

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR**

INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN



PROYECTO FIN DE CARRERA

**ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS DE TELECOMUNICACIONES DE
UN CENTRO DE ATENCIÓN MEDICO MÓVIL EN EL SECTOR DE
LA TELEMEDICINA**

AUTOR: María de Lozoya Nombela
TUTOR: Elena Ynduráin

05 de Marzo de 2.010

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Benito y Sagrario, porque me han dado la oportunidad de desarrollarme, tanto intelectual como personalmente. Gracias a su comprensión, cariño y esfuerzo he conseguido llegar donde estoy, y aprender a valorar lo que es realmente importante.

A mi hermana, Ana, porque es sin duda un gran apoyo para mí y por demostrarme que puedo contar con ella en cualquier momento.

A Javi, por ser un apoyo incondicional a lo largo de todos estos años. Por su paciencia en los momentos más duros y por sus palabras de ánimo.

A mis grandes amigos de la Universidad, Miriam, Vicky, Patry, Lauri, y David, con los que he compartido momentos muy especiales, y me han mostrado su ayuda en todo momento.

A mis amigas de fuera de la universidad y compañeras de piso, con las que he compartido muy buenos momentos.

Agradezco a todos mis compañeros de la empresa que me han brindado su conocimiento. Gracias por la ayuda prestada, los consejos y el entorno de trabajo tan agradable.

Finalmente, quiero resaltar el agradecimiento a mi tutora de proyecto, Elena, por su gran ayuda, conocimiento, experiencia, paciencia e interés en todo momento de forma desinteresada. Gracias por todo.

En este agradecimiento quiero tener presente, a una persona muy importante para mí, mi abuela Aniana, que siempre estará en mi corazón, y que confiaba en mis posibilidades.

ÍNDICE GENERAL

Resumen	6
Abstract	7
Antecedentes.....	8
1 Introducción	9
1.1 Objetivo del PFC.....	10
1.2 Estructura del PFC.....	11
1.3 Confidencialidad y metodología del PFC.	12
2 Análisis del CAMM y sus sistemas de comunicaciones	13
2.1 Objetivo del capítulo	13
2.2 Descripción del CAMM	13
2.2.1 En qué consiste el CAMM	13
2.2.2 Mercado objetivo y emplazamiento	15
2.2.3 Contenido del CAMM	16
2.2.4 Organización del CAMM	22
2.3 Análisis de los sistemas de comunicaciones del CAMM	24
2.3.1 Análisis del shelter	24
2.3.2 Análisis de las comunicaciones en el shelter de Ecografía.....	26
3 Telemedicina	64
3.1 Objetivo del capítulo.....	64
3.2 ¿Qué es la telemedicina?	64
3.2.1 Definición	64
3.2.2 Beneficios claves de la telemedicina	70
3.2.3 Problemas prácticos planteados por la telemedicina.....	72
3.2.4 Aplicaciones de Telemedicina	73
3.3 Historia de la telemedicina	75
3.4 Tecnologías utilizadas en los sistemas de telemedicina	82
3.5 Funcionamiento del sistema.	88
3.5.1 Elementos de un sistema de Telemedicina	89
3.5.2 Casos de Telemedicina.....	91

3.6	Sector de la telemedicina.....	97
3.6.1	Empresas que proveen soluciones de telemedicina en España.....	97
3.6.2	Nuevas soluciones de telemedicina en el mercado Español	99
4	Componentes del proyecto de telecomunicaciones del CAMM. ...	102
4.1	Objetivo del capitulo.....	102
4.2	Definiciones previas.....	102
4.2.1	Ciclo de vida de un producto.....	102
4.2.2	Coste del ciclo de vida	104
4.2.3	Proceso.....	106
4.2.4	Proyecto.....	108
4.2.5	Ciclo de vida de proyectos	108
4.2.6	Proyectos de desarrollo.....	109
4.2.7	Tipos de coste.....	111
4.2.8	Tipos de innovación	112
4.2.9	Riesgos de proyecto	113
4.2.10	Modelos de gestión de proyectos.....	114
4.2.11	Sistema.....	116
4.2.12	Organización de RRHH en los proyectos	116
4.2.13	Metodología	119
4.2.14	Oficina de Proyecto.....	120
4.3	Proyecto del CAMM.....	121
4.3.1	Fases del proyecto.....	122
4.3.2	Organización del proyecto.....	128
4.3.3	Riesgos del proyecto.....	135
4.4	Sistema del CAMM	146
4.4.1	Diagrama de sistemas.....	146
4.4.2	Funcionamiento del sistema.....	152
5	Metodología de análisis.....	163
5.1	Objetivo del capitulo.....	163
5.2	Marco de análisis.....	164
5.2.1	Hipótesis de partida	165
5.2.2	Herramientas de análisis.....	166
5.2.3	Metodología	166

6	Análisis de los sistemas de telecomunicaciones del CAMM.....	177
6.1	Objetivo del capítulo.....	177
6.2	Datos de partida	177
6.3	Análisis de los sistemas de telecomunicaciones del CAMM.....	183
6.3.1	Evaluación del proyecto CAMM	183
6.3.2	Análisis LCC de los productos de telecomunicaciones del CAMM .	186
7	Conclusiones	206
7.1	Objetivo del capítulo	206
7.2	Conclusiones finales	206
8	Historia del Proyecto	209
8.1	Tareas y tiempos dedicados	210
9	Bibliografía	211
10	Glosario	215
11	Relación de Acrónimos	216
12	Índice de Figuras	217
13	Índice de Tablas	220
14	Índice de Planos.....	221

RESUMEN

Este proyecto aborda la descripción y el análisis de un centro de atención médico móvil implementado para la Cruz Roja. Centramos dicho estudio en la implementación de un sistema de Telemedicina en dicho centro, con el objetivo de atender a los heridos en determinado lugar sin necesidad de transportarlos a un hospital fijo.

Primeramente realizamos una breve introducción, situándonos en el sector de las telecomunicaciones vinculado con el sector médico.

En segundo lugar, se estudia de forma completa el centro de atención médico móvil conocido como CAMM. Se lleva a cabo el detalle de todos los componentes que integra, sus productos tecnológicos y el funcionamiento de su sistema de Telemedicina.

A partir de este momento, se procede al análisis del proyecto de Telemedicina del CAMM. Para ello, primeramente se detalla como se gestiona el proyecto, incluyendo los riesgos que conlleva, y las fases en que se divide el proyecto.

Elegimos como foco de análisis de este proyecto la fase de implantación del CAMM en un emplazamiento determinado.

Finalmente, pasamos a su evaluación, donde se describe la metodología a seguir, para evaluar el proyecto, y se calculan los costes del ciclo de vida de las actividades a realizar en la fase de implantación.

A partir de los resultados obtenidos, se realizan las conclusiones del proyecto, incluyendo algunas recomendaciones de cara a la implantación de este sistema en un futuro.

ABSTRACT

This project tackles the description and analysis of a mobile medical center implemented for the Cruz Roja. The study focused on the implementation of a telemedicine system at this center, with the aim to treat the injured in a certain place without having to drive them to a fixed hospital.

First, we carry out a brief introduction, placing us in the telecommunications sector linked it to medical sector.

Secondly, we study comprehensively the mobile medical center known as CAMM. We go into the detail of all components that CAMM integrates, its technology products and the operation of its telemedicine system.

From this moment, we go to analyze the Telemedicine project of the CAMM. For this, firstly we detail how the project is managed, including its risks and the phases into which it divides the project.

We choose as a focus of analysis of this project, the phase of implementation of CAMM at certain location.

Finally, we turn to its evaluation, which it describes the methodology to follow to evaluate the project. Then, we calculate the life cycle costs of activities performed in the implementation phase.

With the results we have obtained, we do the conclusions of the project, including some recommendations towards the implementation of this system in the future.

ANTECEDENTES

En Mayo de 2008 aparece la idea de crear el CAMM. Surge por la necesidad de prestar una atención médica y realizar intervenciones médicas remotas en lugares donde no existe este servicio.

La Cruz Roja piensa en esta necesidad debido a la gran cantidad de guerras o catástrofes naturales en diversos lugares del mundo, donde una multitud de personas precisan de una atención médica urgente en las inmediaciones de la zona de guerra o catástrofe.

La Cruz Roja ha encomendado este trabajo a un conjunto de empresas españolas que cuentan con personal cualificado y una adecuada infraestructura para diseñar el CAMM.

La creación del CAMM se ha visto sometido a una serie de problemas debido a su alto nivel de complejidad.

Las empresas encomendadas para desarrollar el proyecto del CAMM se han visto implicadas en algunos inconvenientes, tales como la dificultad de movilidad de los equipos médicos. Los equipos médicos no están diseñados para transportarse continuamente, de un emplazamiento a otro, por lo que dichos equipos se han tenido que adaptar para conseguir que la movilidad no sea un factor problemático. Para ello, se han desarrollado manuales donde se explica como estos equipos se tienen que armar y desarmar cada vez que se vayan a poner en funcionamiento en un determinado emplazamiento, además a algunos de estos equipos médicos se han tenido que dotar de ruedas para su transporte, y de todos los componentes necesarios para moverlo.

Otro de los problemas que conlleva el CAMM es el mantener todos los equipos a la intemperie, por lo que se han contando con elementos que resistan a condiciones meteorológicas adversas en unas condiciones óptimas de trabajo.

Además, para poder desplegar el CAMM en un determinado emplazamiento, se han tenido que estudiar el terreno donde emplazarlo, así como preparar y acondicionar el lugar.

Debido a la gran magnitud de este proyecto, ha sido indispensable que todo el personal, los ingenieros de la empresa, hayan estado muy involucrados con su trabajo, pues una incoherencia o retraso en su función supone un elevado coste. Por lo tanto, una adecuada planificación del trabajo facilita la realización exitosa del proyecto del CAMM.

A la Cruz Roja también le supone mucho coste el desplazar al personal necesario al emplazamiento donde se va a ubicar el CAMM, el montar los equipos, etc.

La Cruz Roja Española ha sido la primera organización española que ha impulsado la creación de un centro médico móvil en España, teniendo el conocimiento de la prestación de este servicio en otros países del resto del mundo, con el mismo objetivo de ofrecer ayuda internacional en el ámbito de la salud.

1 Introducción

El término de telecomunicación se refiere a la técnica de transmitir un mensaje desde un punto a otro. Es toda transmisión o recepción de signos, señales, datos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúa a través de cables, radioelectricidad, medios ópticos, físicos u otros sistemas electromagnéticos. [16]

Las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC) hacen referencia al conjunto de avances tecnológicos que nos proporciona la informática y las telecomunicaciones. Comprende las tecnologías y los servicios necesarios para la gestión, transformación y comunicación de la información.

La tendencia del sector de las TIC es la implantación de nuevas tecnologías y servicios que permiten la movilidad, permitiendo el acceso a la información con independencia del lugar y del dispositivo, lo que posibilita un acceso a Internet desde cualquier ubicación, aparatos portátiles para la manipulación de datos, servicios de valor añadido de recepción y tratamiento de la información digital, etc. [42]

La reducción de los tiempos de transmisión de la información a distancia y de acceso a la información, es uno de los principales retos de la sociedad. Por ello, uno de los avances más importantes dentro de las comunicaciones ha sido la penetración de Internet en todas las áreas de la sociedad (industrias, negocios, educación, transportes, hospitales, hogares o comercios), y que seguirá imponiéndose tanto en el mundo empresarial como personal, puesto que es en una de las formas más fácil y rápidas de comunicarse las personas.

La telefonía móvil es otro de los dispositivos tecnológicos que ha sufrido una gran evolución. En años anteriores, únicamente prestaba servicios de comunicación por voz o por mensajes de texto, sin embargo, gracias a la aparición de nuevas tecnologías para móviles (WAP, GPRS, UMTS, 3G), también ofrece un acceso a Internet y a otros servicios. Es una de las comunicaciones de mayor uso, lo que ha originado un aumento de las ventas en el sector de servicios móviles, ya que puede reunir múltiples servicios, tales como funciones de telefonía móvil, agenda, vídeo, reproductor multimedia, ordenador portátil, etc, en un único terminal móvil.

El ritmo de evolución de las tecnologías de la información ha sido muy intenso en los últimos años, y tiende a incrementarse por efecto del elevado grado de innovación tecnológica existente. Así, numerosos dispositivos de telecomunicaciones son lanzados continuamente al mercado. En muchos casos, son nuevas versiones de productos ya existentes en el mercado que incluyen mejoras, y en otros casos son productos conceptualmente distintos de los ya existentes, aplicándose en distintos sectores de la sociedad, tales como, sector empresarial, en la educación, en el campo de la salud, etc. [43]

La evolución de las TIC ha representado un crecimiento exponencial de los conocimientos científicos y sus correspondientes aplicaciones tecnológicas, estando ahora presente en muchos ámbitos, como por ejemplo en el ámbito de la salud.

La aplicación de las TIC en el campo de la salud ofrece nuevas oportunidades tanto para el paciente como para la organización de los centros hospitalarios. El sector de la medicina ha sido uno de los pioneros en la incorporación de avances tecnológicos a sus procesos de investigación y a sus actividades cotidianas asociadas.

Gracias a las excelentes infraestructuras informáticas y de telecomunicaciones, además de los rápidos avances de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, especialmente las tecnologías multimedia en los años 90, han colaborado al resurgimiento y la consolidación de la tecnología en el ámbito de la medicina, lo que ahora se conoce como Telemedicina. La Telemedicina es la prestación de un servicio médico a distancia utilizando las telecomunicaciones.

La telefonía y la videoconferencia están muy relacionadas con el desarrollo de la telemedicina, permitiendo la consulta médica a distancia, el control remoto de los tratamientos médicos, las sesiones médicas entre especialistas situados en centros distantes, y la telecirugía, entre otras aplicaciones. El bajo coste de su implementación, entre otros factores, ha sido crucial para su difusión, ya que realizar una videoconferencia entre lugares muy distantes, tiene el mismo precio que una simple llamada telefónica.

La telemedicina es un ejemplo de como las TIC han logrado salvar a muchas personas desplazadas de su lugar de origen, conseguir un ahorro de tiempo en la gestión de los pacientes y aumentar la calidad del servicio médico, entre otros beneficios.

Como consecuencia de los grandes avances tecnológicos y el éxito que genera en nuestra sociedad, ha aumentado la variedad de servicios que se les ofrecen a los ciudadanos, que los brinda de un acceso más cómodo a las herramientas de comunicación.

1.1 Objetivo del PFC

Como consecuencia de la evolución de las telecomunicaciones, se han utilizado en otros campos para habilitar la conexión y la comunicación. Un ejemplo de esto es el sector de la telemedicina, que es el foco de análisis del presente documento.

El objetivo del presente proyecto final de carrera es analizar los sistemas de telecomunicaciones de un centro de atención médico móvil (CMM), concretamente su sistema de telemedicina, aplicando los conocimientos adquiridos en la carrera en cuanto a la realización de un proyecto de Ingeniería.

Este proyecto se ciñe a un proyecto en el que actualmente se está trabajando en empresa de Ingeniería, y que como proyecto final de carrera únicamente se va a analizar una parte de éste; el sistema de Telemedicina del CMM.

1.2 Estructura del PFC

El documento está estructurado en tres grandes bloques:

➤ **Bloque 1: descripción del proyecto y la industria a la que pertenece (visión global).**

- **Análisis del CAMM y sus sistemas de comunicaciones:** Capítulo en el que primeramente se analiza desde el punto de vista de ingeniería y tecnología el proyecto de telemedicina del CAMM. Se detalla cada una de las partes que componen el CAMM, y como se encuentra organizado. Además se analiza en detalle las tecnologías de telecomunicaciones que soportan el CAMM, describiéndose cada uno de los equipos e instalaciones que intervienen en la comunicación entre un determinado equipo médico y la base de datos central del CAMM, donde se desea almacenar sus datos, para así poderlo dotar del servicio de Telemedicina.
- **Telemedicina:** Capítulo en el que se define que es la telemedicina, su historia, se analiza el sector en España y se resumen algunos ejemplos existentes.

➤ **Bloque 2: Análisis del proyecto del CAMM.**

- **Componentes del proyecto de telecomunicaciones del CAMM:** Capítulo en el que se analiza en detalle el proyecto del CAMM y sus sistemas, incluyendo primeramente unos conceptos previos vinculados con la realización de un proyecto, para que posteriormente el lector pueda seguir fácilmente el estudio de cada una de las fases por las que pasa el proyecto, la estructura organizativa del grupo de trabajo, los riesgos del proyecto y sus complejidades en la gestión e implementación.

➤ **Bloque 3: Análisis y evaluación del proyecto del CAMM desde el punto de vista de sus sistemas de comunicaciones.**

- **Metodología de Análisis del proyecto.** Capítulo en el que se definen los pasos y criterios para realizar un posterior análisis del CAMM, en cuanto a su tipo de innovación, viabilidad y los costes del ciclo de vida.
- **Análisis de los sistemas de telecomunicaciones del CAMM.** Capítulo en el que se realiza un análisis detallado del proyecto siguiendo la metodología definida en el capítulo anterior. Se exponen todas las justificaciones de los criterios adoptados en nuestro proyecto, además de representar los resultados de estos.
- **Conclusiones.** Capítulo en el que se exponen las conclusiones básicas obtenidas tras la realización del proyecto, en cuanto a los beneficios que aporta y las posibles mejoras a considerar.

1.3 Confidencialidad y metodología del PFC.

El presente PFC se ha realizado en el ámbito de una empresa de telecomunicaciones analizando un proyecto que están realizando en la actualidad, el CAMM.

Dentro de este ámbito, se propone como proyecto final de carrera analizar los sistemas de telecomunicaciones del CAMM y sus costes. Este análisis comenzó en Mayo de 2009. Para realizar el proyecto, se ha trabajado con la empresa de telecomunicaciones además del tutor de la universidad Carlos III.

Por motivos de confidencialidad del proyecto, no se pueden divulgar datos relativos al proyecto del CAMM, tanto los nombres de las partes que participan, los costes y plazos han sido modificados.

A efectos del presente documento, la empresa de telecomunicaciones se llamará Empresa de Ingeniería, el cliente receptor del proyecto se llamará bien La Cruz Roja o El Cliente, las empresas que participan en el proyecto se nombrarán en base a la naturaleza de su negocio, y los costes serán siempre aproximativos, nunca reales.

En la realización del proyecto se ha contado con la ayuda del personal de la Empresa de Ingeniería para proveer información y explicaciones en relación al proyecto. También se han mantenido reuniones de seguimiento para validar el análisis realizado.

2 Análisis del CAMM y sus sistemas de comunicaciones

2.1 Objetivo del capítulo

El objetivo de este capítulo es entender que es el CAMM y que partes lo componen, detallando su sistema de comunicaciones.

2.2 Descripción del CAMM

Atendiendo a las necesidades médicas en los campos de batalla, se ha diseñado el CAMM.

El objetivo de desarrollar dicho centro es otorgar a las personas una mayor calidad de vida. El CAMM proporciona una protección completa frente a catástrofes o peligros en los campos de batalla, en destinos como Bosnia, Kosovo o Afganistán.

Su composición modular le permite articularse en diferentes configuraciones, dependiendo de la misión a apoyar.

El CAMM cuenta con las capacidades necesarias que le permite adaptarse a diversos escenarios, operaciones de alta o media intensidad, catástrofes y misiones humanitarias, así como poder desdoblarse dentro de una misma área de operaciones sin que queden mermadas sus aptitudes. Se diseña para tener una capacidad de 120 camas aproximadamente con posibilidad de ampliación.

Todos los componentes del CAMM siguen unos estándares internacionales de acuerdo a ser usados en operaciones en todo el mundo.

El CAMM cuenta con una estructura modular que le permite poder desplegarse, instalarse y expandir o en su defecto, desmantelarse con rapidez para satisfacer las necesidades inmediatas de salud.

El CAMM es fácil de transportarse utilizando para ello los contenedores de carga, efectuándose con el menor esfuerzo en un tiempo mínimo.

2.2.1 En qué consiste el CAMM

El CAMM consiste en ofrecer una asistencia sanitaria de carácter unitario y composición modular, basado en la utilización de módulos contenedores (shelter), tiendas y contenedores de transporte, lo que le permite articularse en diferentes configuraciones, dependiendo de la misión a apoyar. Permite desplegar tanto elementos de tratamiento médico-quirúrgico como de tratamientos especializados, en cualquier lugar donde se extienda.

Se ha creado para auxiliar a las personas heridas lo más cerca posible del lugar de batalla o de catástrofes humanitarias, con una eficiencia óptima puesto que su traslado a un lugar alejado puede resultar muy difícil y peligroso.

Se dispone de una actividad sanitaria durante las 24 horas del día.

El CAMM está organizado por módulos, atendiendo a la actividad específica que se desarrolla. Cada módulo consta de los shelter y tiendas correspondientes para cada especialización.

El Centro incluye las siguientes especialidades:

- Cirugía General
- Traumatología
- Neurocirugía
- Cirugía Maxilofacial
- Odontología
- Cirugía Plástica
- Cirugía Torácica
- Cirugía Vascular
- Ginecología
- Otorrinolaringología
- Oftalmología
- Urología
- Medicina Interna (incluida Endoscopia)
- Dermatología
- Psiquiatría (incluida Psicología Clínica)
- Anestesia
- Cardiología

Todo el conjunto de elementos que integran el centro de atención médico móvil están instalados sobre shelter ISO 1-C 20 pies, que pueden ser expandibles o no expandibles y en tiendas de campaña, los cuales quedan interconectados entre sí mediante las correspondientes conexiones de paso. Además, se integra un sistema general de suministro y distribución de energía eléctrica, un sistema general de comunicaciones (telefonía, megafonía, red de datos con telemedicina y gestión de alarmas), sistema de climatización, sistema de protección contra incendios, etc.

Como modo de aclaración de lo hasta ahora expuesto, se adjunta un ejemplo de la configuración del CAMM.



Figura 1 Vista de CAMM constituido por shelters y tiendas.

2.2.2 Mercado objetivo y emplazamiento

▪ Clientes y usuarios

El CAMM está dirigido a asociaciones de ayuda humanitaria, tales como la Cruz Roja. Suelen desplegarse en emplazamientos cercanos a lugares de catástrofes o situaciones de emergencia, ofreciendo ayuda humanitaria.

Está diseñado para atender a los heridos en determinado lugar sin necesidad de transportarlos a un hospital fijo. El perfil del usuario que acude a dichos centros es el de una persona desplazada de su hogar con problemas de salud, que ha sufrido en conflictos bélicos o en misiones humanitarias, y por lo tanto, acude a las atenciones de los facultativos para conocer su estado de salud.

Los médicos y enfermeros que conforman dicho centro son altamente cualificados con experiencia previa en la gestión de víctimas en masa. Estos han recibido la formación adecuada para realizar todas las actuaciones médicas tanto de urgencia clínica como quirúrgica, permitiendo salvar vidas in situ sin necesidad de trasladar al enfermo a un centro hospitalario.

▪ Emplazamiento

Estos sistemas médicos móviles se utilizan en aquellos lugares que no disponen de una adecuada atención médica debido a su ubicación geográfica o situación social. Por consiguiente, suele desplegarse en misiones de paz o en zonas de desastres naturales, tales como terremotos, huracanes, inundaciones, maremotos o grandes incendios. Ante dichas catástrofes, la disponibilidad de la medicina móvil nos ayuda a salvar vidas. En ocasiones, no existe suficiente tiempo para trasladar a un gran número de personas enfermas a los hospitales más cercanos. Por ello, con este proyecto se consigue llevar la atención médica más rápidamente a las personas.

Se puede instalar en todo tipo de terrenos, y es resistente a los entornos más hostiles de trabajo, funcionando de manera semejante a un hospital convencional.

Los desastres naturales y complejos pueden provocar un elevado número de víctimas, lo que induce a que la demanda de atención médica de emergencia aumente provocando que los centros de salud locales existentes se encuentren desbordados de pacientes. El CAMM permite que la capacidad del sistema de atención sanitaria local aumente para prestar los cuidados médicos necesarios.

El lugar más adecuado para instalar un CAMM dependerá de las necesidades médicas identificadas previamente por el país beneficiario, la infraestructura de caminos, y el acceso que tengan las víctimas.

Se prioriza la instalación del CAMM cerca de algún hospital o centro de salud, si ello fuera posible.

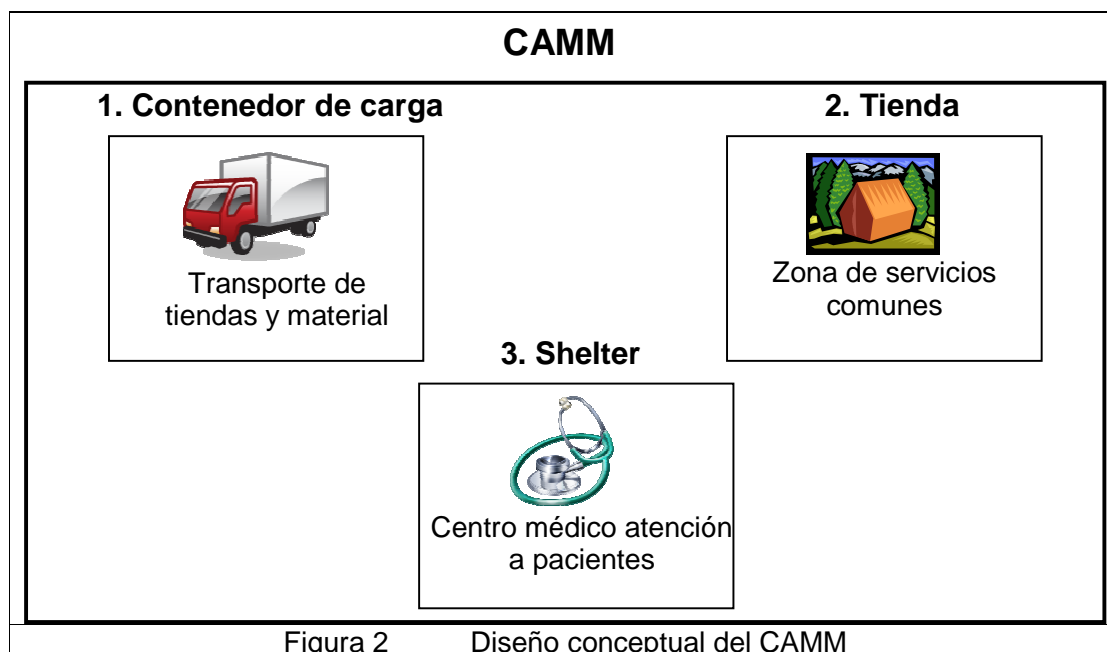
Asimismo se pone de manifiesto la necesidad de anexionar un helipuerto en las inmediaciones del centro, para dar apoyo en cuando a logística se refiere de las posibles urgencias médicas que lo requieran.

2.2.3 Contenido del CAMM

El CAMM está compuesto por tres componentes:

1. Contenedor de carga: Recipiente en el que se transporta objetos pesados y voluminosos.
2. Tienda: Tienda de campaña que alberga a personas y donde se ejecutan ciertas actividades del centro médico
3. Shelter: Celda o contenedor donde se realizan las tareas médicas pertinentes e integra todo el equipamiento médico.

En la Figura 2 podemos ver un diseño conceptual.



A continuación describimos cada uno de los componentes:

1. Contenedor de carga

El contenedor de carga es un recipiente de grandes dimensiones fabricado en acero. Está formado por una estructura portante principal ISO 20 pies (normalizado según DIN ISO 668, del tipo 1C). En las 8 esquinas de esta estructura se encuentran soldados herrajes de esquinas de contenedor que cumplen con la norma DIN-ISO 1161. A dichas esquinas se les denomina “ISO corners” que son imprescindibles para efectuar la carga y descarga mediante grúa.

Sirve como medio para transportar los distintos elementos que lo integran, tales como las tiendas, conectores, aparataje médico, mobiliario fijo y no fijo, material de instalaciones, etc. Es un elemento indispensable en la organización del CAMM.

Posee 4 pequeñas rejillas para ventilación junto a cada “ISO Corner”. En la cara superior, las rejillas están cubiertas para evitar la entrada de agua.

Puede ser almacenado durante 12 meses manteniendo la puerta de acceso cerrada. Si se superan los 12 meses, se realizan los trabajos de mantenimiento reglamentarios antes de volver a poner en servicio el contenedor.

La temperaturas límites del material del contenedor durante el almacenamiento se establecen en el rango - 10°C hasta + 40°C.

En su disposición de transporte, el peso máximo de los contenedores es de 11000Kg. Se permite el transporte en los siguientes medios:

- Ferrocarril.
- Transporte vía terrestre. Camiones y remolques apropiados.
- Transporte vía aérea. Por avión y helicóptero.
- Transporte vía marítima. En barcos adecuados (porta-contenedores).



Figura 3 Contenedor de carga ISO 668 1C

2. Tienda

Las tiendas de campaña, modelo Multi-Purpose-Tent II de Schall, tienen el objetivo de servir como habitáculo para la estancia de personas y para el desarrollo de distintas actividades en el CAMM. Son de base rectangular cumpliendo con las dimensiones expuestas a continuación.

	Largo	Ancho	Altura central	Altura lateral	Longitud
Tienda	7,45m	6,31m	2,99m	2,13m	2,5x1,0x1,0m

Las tiendas garantizan los requisitos de seguridad, funcionalidad, habitabilidad y ergonomía. Posee la capacidad de ampliar el espacio interior permitiéndose el acoplamiento con otras tiendas (longitudinalmente, formando pasillos) o con shelters (transversalmente, por su parte frontal o lateral). Por tanto, dispone de una capacidad modular de ampliación.

Las tiendas gozan de estabilidad, asegurando una buena fijación y funcionalidad de uso. Se pueden extender infinitamente de forma longitudinal, conservando su resistencia frente a condiciones atmosféricas adversas. Además, poseen la capacidad de apilamiento, pudiéndose apilar de tres en tres.

Las tiendas están constituidas por:

- Tienda Base.
- Instalación Eléctrica.
- Instalación de Iluminación.

- Instalación de Climatización.
- Instalación de Protección contra Incendios.
- Preinstalación de NBQ, donde sea aplicable.
- Instalación de Comunicaciones.
- Componentes para el Transporte y Anclaje.
- Herramientas, Utillaje y Repuestos de Dotación.

Cada tienda incluye un lote de abordo compuesto por los siguientes elementos:

- Botiquín de urgencias (agua oxigenada, alcohol, tiritas, vendas, ...).
- Kit de reparación de la tienda (parches de telas para lonas, tijeras, ...).
- Kit de accesorios (maza, palanca, picas, ...).
- Kit de repuestos (seguro de estructura de arco, conector en T).
- Extrator/Probador de detectores (para las correspondientes reparaciones y mantenimiento del sistema de protección contra incendios)

Cada tienda base está compuesta por una estructura portante, una estructura textil multicapas, el suelo, elementos verticales de separación interior, puertas y ventanas, bastidores para la sujeción de elementos y elementos de acople a conexión de paso a tiendas o shelters.

La estructura textil de la tienda dota de una lona interior, lona exterior y sobre techo. La lona interior se sujeta a las placas de suelo mediante un cierre magnético, que se conectan entre sí para evitar el agua, polvo, o la entrada de pequeños animales.

En las puertas de las tiendas están ubicadas unas solapas que permiten la unión al pasillo de conexión entre las tiendas o el shelter.

Los módulos contenedores de carga y los shelter cumplen unos requisitos comunes de sus instalaciones.

Refiriéndose al transporte, los elementos de las tiendas son embalados en cajas individuales, protegidas por funda impermeable. Dichas cajas soportan periodos de almacenamiento superiores a doce meses a la intemperie. Son transportadas en contenedores de carga.

El montaje completo de las tiendas se efectúa por 4 personas, utilizándose los componentes incluidos entre los elementos de la tienda, y sin necesidad de herramientas o apoyo especial. La instalación tiene una duración media entre 3 y 4 horas.



Figura 4 Tienda con capacidad de extensión

3. Shelter

Un shelter es una de las principales estructuras móviles capaz de albergar todas las instalaciones de comunicaciones necesarias en el campo de batalla. Está constituido por una estructura portante principal basado en la norma ISO (según DIN ISO 668: 1C) de acero y un contenedor base.

Está formado por paredes tipo sándwich, fabricado totalmente en aluminio, que se componen de paneles de cerramiento interior y exterior, ofreciendo un alto nivel de calidad. Se encuentran soldados herrajes de esquinas de contenedor en las 8 esquinas de la estructura principal de acero, a las que se les denomina esquinas ISO. El grosor de las paredes se ha seleccionado de forma que se pueda instalar equipamiento ligero y de peso medio (armarios, estanterías, etc) sin necesidad de emplear instalaciones de refuerzos especiales.

Las dimensiones y pesos del shelter tipo 1C–1x de 20 pies, se detallan a continuación.

	Longitud exterior	Anchura exterior	Altura exterior	Superficie útil	Peso sin carga	Peso total autorizado
Shelter	6,058 m (20 pies)	2,438 m (8 pies)	2,438 m (8 pies)	13 m²	aprox. 2.900 kg	8.000 kg

Los shelter responden a diversas aplicaciones, como pueden ser puestos de mando, aplicaciones logísticas, laboratorios NBQ, aplicaciones médicas, etc. En este proyecto, se han empleado para realizar las tareas pertinentes relacionadas con labores médicas, pudiendo permitirse la estancia de personas en su interior para desarrollar su actividad específica. Están considerados como líderes en el sector de los sistemas médicos móviles. Pueden ofrecer diversas configuraciones y funciones en este sector.

Los sistemas médicos móviles más avanzados y flexibles están basados en los shelter de Zeppelin de 10' y 20', que ofrecen un espacio funcional para uso médico.

Son ligeros, robustos y móviles que proporcionan una asistencia completa, gracias a los equipos de protección personal conducidos a bordo, frente a los peligros de los campos de batalla, incluyendo:

- Protección climática frente a condiciones extremas de temperatura (viento, nieve, hielo o arena)
- Protección mecánica (todos los medios de transporte)
- Protección contra ambientes puramente militares (EMI, EMC, impulsos electromagnéticos, explosiones,...)

Uno de los principales beneficios es su estabilidad. Esta fortaleza es una ventaja inestimable, no sólo para el personal médico, sino principalmente para los pacientes tratados.

Ofrecen la ventaja de transportar parte del equipamiento médico fijo, instalado directamente en las paredes de estos mismos.

Otra de sus cualidades más señaladas es la capacidad de ser expandibles, pudiéndose desplegar en pocos minutos de forma rápida y fiable en cualquier lugar donde no se pueda garantizar unos servicios médicos regulares, por tanto, podrán articularse en diferentes configuraciones, dependiendo de la misión a apoyar. También tienen la característica de ser apilables, permitiendo un apilamiento máximo de 4 alturas tanto para su almacenamiento como transporte, y disponen de unas óptimas condiciones de movilidad por todos los transportes (incluso por helicóptero):

- Transporte por carretera y terrenos
- Transporte por ferrocarril
- Transporte aéreo
- Transporte marítimo
- Embarque mediante grúa

Su manejo es fácil y rápido con respecto a la instalación de los equipos médicos, siendo frecuentemente el tiempo de instalación un criterio muy importante.

Los shelter llevan un mecanismo de extensión hidráulica que facilita el montaje en un camión.

Se recomienda unas condiciones generales de climatización, como el rango de temperatura y humedad, para el correcto funcionamiento de los diferentes equipos y elementos que conforman el shelter:

- Rango de temperaturas de trabajo: 22 – 26 °C.
- Caudal mínimo de aire exterior: 10 m³/hm².
- Rango de humedad relativa: 45 – 55%.



Figura 5 Vista pared trasera de shelter expandible

2.2.4 Organización del CAMM

Los shelter y las tiendas están agrupados en bloques atendiendo a una determinada función médica hasta conformar el CAMM. Los bloques son combinaciones de shelters y tiendas (n:n). Todos los elementos del centro médico están interconectados entre sí mediante unas adecuadas conexiones de paso, de forma que se puede recorrer internamente por completo.

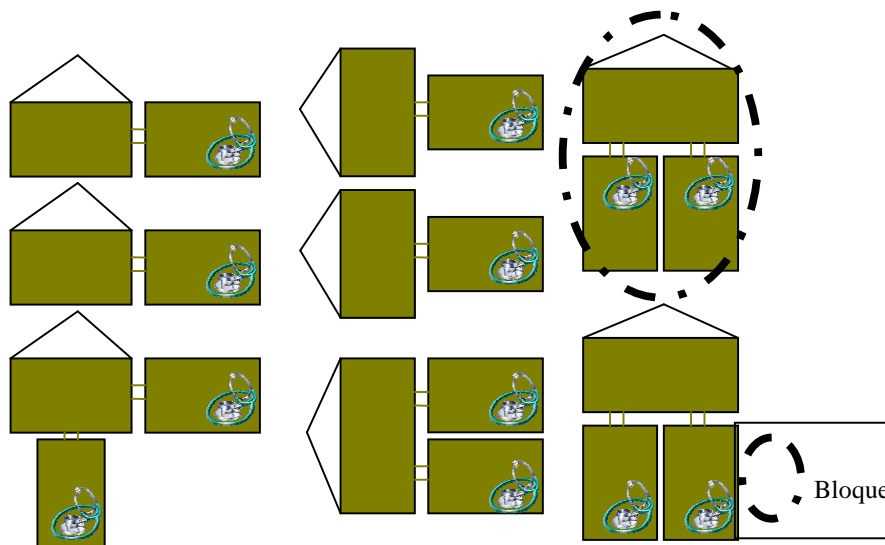


Figura 6 Vista representativa del CAMM

A continuación se listan todos los bloques de los que consta el CAMM:

➤ Bloque de Administración y Urgencias:

Shelter para informatizar las admisiones.

Tienda para Sala de Curas.

Tienda para Sala de "Boxer" de Urgencias.

Tiendas (en pasillo) para Recepción y Sala de espera.

➤ Bloque Quirúrgico:

Shelter de Preoperatorio.

Shelter de Postoperatorio.

Shelter de Quirófano.

Shelter de conexión y pasillo área quirúrgica.

Shelter de Esterilización.

Tiendas para Admisión, Almacén y Zona de estar del personal facultativo

Shelter para personal de guardia.

Shelter de aseos.

➤ Unidad de Cuidados Intensivos:

Shelter de UCI

Shelters de conexión y almacén.

Tiendas para admisión y zona de estar del personal facultativo.

- Servicio de radiología:
Shelter de Radiología Digital.
Shelter para Ecografía.
Tienda para admisión, distribución y almacén.
- Servicio de Laboratorio:
Shelter de Laboratorio de Urgencias.
Shelter de Laboratorio de Análisis Clínicos.
Shelter de Microbiología.
Tiendas para admisión, distribución y almacén.
- Farmacia Hospitalaria:
Shelter Almacén de Farmacia.
Shelter de Oficina y Almacén de estupefacientes.
Shelter para Dispensación y control de salida.
Tienda para almacén y desinfección.
Tiendas para recepción, distribución y almacén.
- Centro de Transfusión:
Shelter para Servicio de Hematología y Transfusión.
Tienda para admisión y extracción.
- Servicio de Prevención Sanitaria:
Shelter de Prevención Sanitaria e Investigación Epidemiológica.
Tienda para admisión, distribución y almacén.
- Consultas Externas:
Shelter de Odontología.
Tiendas para Consultas.
- Bloque de hospitalización de 96 camas:
Tiendas de hospitalización con 6 camas hospitalarias cada una.
Tiendas para sala estar.
Tiendas para enfermería.
Shelter de aseos (con duchas)
- Servicio de Admisión general y archivo de Documentación Clínica:
Shelter para admisión y control informático.
Tiendas para guardar la documentación clínica.
- Cocina y Comedor:
Tienda para Servicio de Cocina.
Shelter de aseos (sin duchas)
- Pasillos de conexión:
Tiendas de pasillo con conexiones a los diferentes bloques.
Shelter de aseos (sin duchas)
- Puesto de Mando:
Shelter para Mando y Control.
Shelter para Comunicaciones
Tiendas para Administración y oficinas
Shelter de aseos (con duchas)
- Vestuarios:
Tiendas para Vestuarios
Shelters de aseos (con duchas)
- Servicio de Lavandería:
Tienda para Servicio de Lavandería
- Servicio de Mantenimiento Hospitalario
Tienda para Servicio de Mantenimiento.

- Mortuorio compuesto por:
Shelter frigorífico.
Shelter para Autopsias Clínicas.
Tienda Funeraria.
- Electricidad:
Shelter de instalación eléctrica.
- Informática:
Shelters de instalación informática, alarmas, voz y datos.
Gestión informática de alarmas, voz y datos.
Telemedicina.

En este proyecto vamos a elegir un shelter perteneciente a un determinado bloque del CAMM para analizar las instalaciones de comunicaciones y sus productos que requieran de estas. El criterio de selección está basado en su relación con las telecomunicaciones.

2.3 Análisis de los sistema de comunicaciones del CAMM

En este apartado analizamos los sistemas de telecomunicaciones del CAMM, que están alojados en los shelters y tiendas. Nos centramos en cómo se comunica un determinado shelter con el resto del CAMM. Elegimos como objeto de estudio el shelter de ecografía ya que dispone de un amplio sistema de telecomunicaciones.

Antes de continuar el análisis describiremos qué es un shelter y cómo está dispuesto.

2.3.1 Análisis del shelter

Un shelter está dividido en dos zonas diferenciadas, una zona de trabajo y una zona técnica, quedando separadas mediante una pared divisoria.



Figura 7 Zona de trabajo y zona técnica de un shelter

- Zona de trabajo

La zona de trabajo es la zona apta para la estancia de personas en el desarrollo de las tareas médicas específicas de cada shelter. Dispone de todo el equipamiento médico necesario, diferenciándose para cada shelter, según la especialidad médica que desarrolle. Consta de mobiliario clínico fijo y no fijo.

Las dimensiones totales de la zona de trabajo son:

- Superficie útil aprox.: 11 m².
- Altura aprox.: 2,08 m.



Figura 8 Vista interior de zona de trabajo de shelter expandible, totalmente equipado como sala de operaciones.

- Zona técnica

La zona técnica es donde se ubican algunos aparatos necesarios en las instalaciones de climatización, comunicación, etc...A continuación se listan los elementos que se encuentran en esta zona.

- Aire acondicionado
- Cuadro eléctrico
- Panel eléctrico de entrada
- Panel de comunicaciones
- Cable de conexión 32A/400V CEE, con 5 conductores
- Alargador eléctrico 16A/230V, 25 m
- Maletín de herramientas
- Extintor ABC 2kg
- Caja para picas de tierra, cables de conexión de tierra y maza

En cada shelter se tiene que llevar a cabo todas las instalaciones que figuran a continuación:

- Instalación Eléctrica.
- Instalación de Iluminación.

- Instalación de Fontanería y Saneamiento.
- Instalación de Climatización.
- Instalación de Protección contra Incendios.
- Preinstalación NBQ, donde sea aplicable.
- Instalación de Comunicaciones.

2.3.2 Análisis de las comunicaciones en el shelter de Ecografía

De entre todos los shelter que constituye el CAMM, elegimos el shelter de ecografía, y analizamos sus productos e instalaciones de comunicaciones, ya que dispone de bastantes elementos de comunicaciones para ser estudiados. La finalidad de este shelter es realizar pruebas de ecografía y endoscopia (emisiones de ultrasonidos, gastroscopias y colonoscopias). Contiene todos los elementos indispensables para conseguir un diagnóstico médico, que se establecen gracias a los datos e imágenes obtenidos tras las pruebas efectuadas. Esta especialidad forma parte del Bloque de Radiología del CAMM.

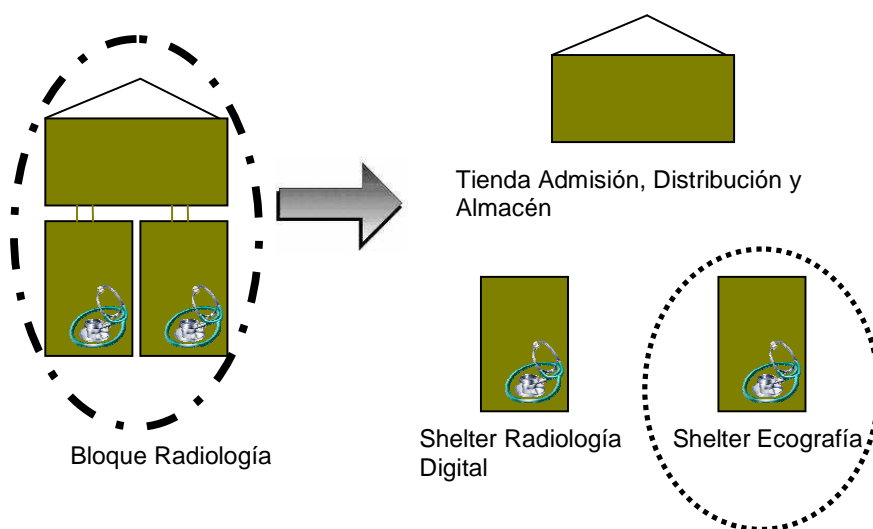


Figura 9 Bloque de Radiología del CAMM

A continuación listamos el mobiliario fijo, no fijo y las instalaciones que existen en el Shelter de Ecografía.

Un shelter está compuesto por productos tecnológicos y no tecnológicos como se muestra en la siguiente figura.

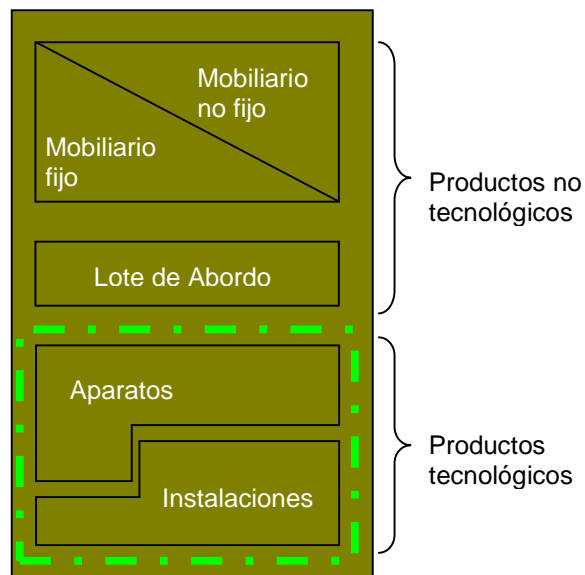


Figura 10 Productos de la zona de trabajo de un shelter

Dentro de cada división de productos (tecnológicos y no tecnológicos), existe una subdivisión. En la división de productos tecnológicos mostrada en la figura anterior (Figura 10), se aprecia una interrelación entre los aparatos y las instalaciones, lo que es debido a que diversos aparatos requieren de una instalación de comunicación o instalación eléctrica. Los aparatos de dicha división serán distintos en función de la especialidad médica del shelter que analicemos.

A continuación, se hace una breve descripción de los productos que forma el shelter de Ecografía.

- Productos no tecnológicos: Aquellos componentes que no disponen de comunicación con ninguna zona interior o exterior del CAMM.
 - Mobiliario clínico fijo: Mobiliario instalado en el shelter con las fijaciones adecuadas para poder transportarse estando montado en el propio shelter.
 - Armario con vitrina
 - Encimera con lavabo
 - Refrigerador puerta ciega
 - Mesa con cajonera
 - Percha pared
 - Mobiliario clínico no fijo: Mobiliario que es instalado en el shelter sin utilizar ninguna fijación, ya que va a ser transportado en un contenedor de transporte.
 - Silla giratoria
 - Carro de curas completo
 - Reloj pared
 - Papelera pedal 5L
 - Cubo pedal 12L
 - Dispensador de documentos
 - Camilla de Reconocimiento y Exploración

- Lámpara de exploración
- Negatoscopio
- Lote de abordaje: Formado por los componentes necesarios para reparar cualquier avería, utensilios médicos, etc.
 - Juego de gatos
 - Botiquín Urgencias
 - Kit de herramientas
 - Kit de estándar de reparación
 - Extractor/probador de detectores
 - Elementos de conexión a tierra
- Productos tecnológicos: Componentes del shelter que disponen de comunicación con otros shelter del CAMM y posibilidad de comunicación exterior al Centro.
 - Aparatos médicos: (no fijos): Dispositivos médicos que ayudan al tratamiento de pacientes.
 - Ecógrafo portátil
 - Sistema de endoscopia
 - Estación trabajo - PC Portátil
 - Instalación Eléctrica
 - Panel eléctrico exterior
 - Cuadro eléctrico (CGMP)
 - Tomas de corriente
 - Instalación Iluminación:
 - Iluminación zona de trabajo
 - Iluminación de uso
 - Iluminación de emergencia
 - Iluminación zona técnica
 - Instalación Fontanería y Saneamiento:
 - Conducciones de conexión
 - E/S aguas
 - Calentador de agua
 - Instalación de Climatización
 - Unidad de aire acondicionado
 - Humidificador
 - Control de humedad
 - Instalación Contra Incendios
 - Detección de incendios:
 - Cableado
 - Pulsador de emergencia
 - Detector óptico zona de trabajo
 - Detector óptico zona técnica
 - Sirena de alarma óptico-acústica
 - Extinción de incendios:
 - Extintor ABC 2 kg zona de trabajo
 - Extintor ABC 2 kg zona técnica

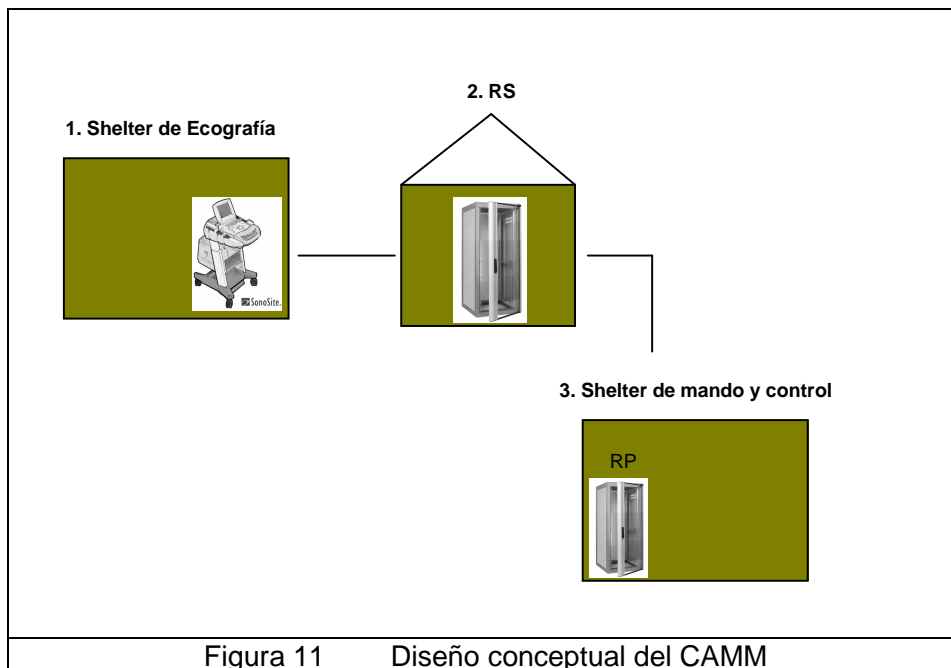
- Instalación Informática y Comunicaciones: (Son las que vamos a analizar)
 - Instalación Telefonía
 - Instalación Megafonía:
 - Altavoz techo
 - Instalación Red de datos:
 - Tomas de datos
 - Instalación Gestión de Alarmas
 - Panel de comunicaciones
 - Cableado

El shelter para Ecografía cuenta con dos aparatos médicos que disponen de comunicación en el CAMM.

- Sistema de endoscopia
- Sistema de ecografía. Está compuesto por los siguientes elementos:
 - Ecógrafo modelo TITAN de marca SONOSITE. Posee ruedas sustituibles.
 - Carro de transporte

Nos centramos en analizar como se comunica el Ecógrafo con el resto del CAMM y con algunos centros de salud u hospitales cercanos, realizando telemedicina. Así mismo, analizamos los distintos equipos intermedios que intervienen para realizar dicha comunicación.

En la siguiente figura se muestra un esquema de los shelter y tiendas implicados en dicha comunicación.



Para analizar todo el sistema de comunicaciones tenemos que estudiarlo desde el shelter de Ecografía hasta el Shelter de mando y control.

Las comunicaciones en el CAMM se gestionan a través de 1 repartidor primario (RP), ubicado en el Shelter de mando y control y de 6 repartidores secundarios (RS), distribuidos a lo largo de todo el CAMM y ubicados en Tiendas, dando cobertura a varios bloques de su zona. El RP se conecta individualmente con cada RS a través de fibra óptica.

2.3.2.1 Shelter de Ecografía

En este subapartado vamos a analizar el equipo ecógrafo y la instalación de comunicaciones del shelter de ecografía en detalle, siendo el punto inicial del sistema de comunicaciones a analizar. Además queremos prestar un servicio de Telemedicina en el CAMM por lo que incluimos en este shelter una estación de videoconferencia para dar este servicio.

- **Ecógrafo**

El shelter de Ecografía contiene el ecógrafo portátil modelo TITAN de marca SONOSITE, que incluye un carro de transporte con ruedas sustituibles.

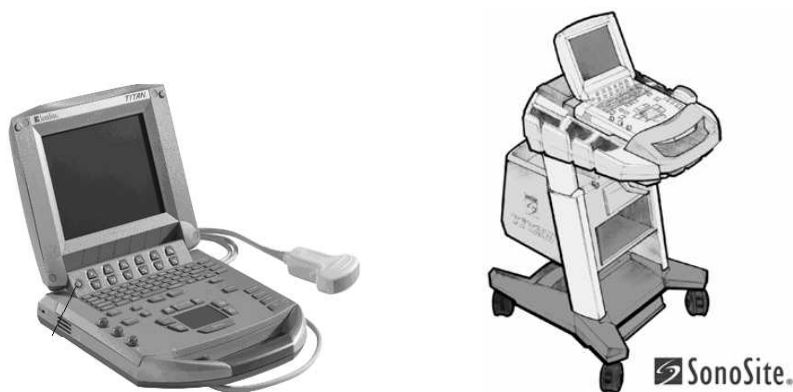


Figura 12 Ecógrafo portátil

El sistema de ecografía se utiliza para realizar un diagnóstico general, abdominal, obstétrico-ginecológico, músculo-esqueleto, vascular y partes blandas. Es un sistema digital de generación del haz ultrasónico y gestión de transductores de banda ancha con un rango dinámico de al menos 150 dB. Al menos tendrá 256 canales digitales independientes de transmisión y recepción.

Algunas de las características del modelo del ecógrafo utilizado se resumen a continuación:

- Memoria dinámica de imagen.
- Zoom de alta resolución.
- Monitor color de alta resolución de al menos 20 cm (8") de diagonal 2D.
- Doppler color (velocidad), pulsado, continuo, "power color".
- Modo M.
- Segundo armónico de contraste y tejido (Tissue Harmonic Imaging, THI).
- Sistema de generación de imágenes de segundo armónico.
- Aplicaciones para abdominal, músculo-esquelético, vascular.
- Conectores para al menos 3 transductores.
- Convex de uso general en abdomen de 2,5 a 5 MHz, con tecnología de banda ancha.
- Lineal de alta frecuencia para músculo-esqueleto, vascular y partes blandas, de 5 a 12 MHz, con tecnología de banda ancha.
- Endocavitario ginecológico.
- Estación de trabajo integrada.
- Unidad de almacenamiento de alta capacidad.
- Salida de imagen compatible con estándar DICOM 3.0.
- Unidad central será separable del carro de transporte.
- Batería integrada para evitar pérdida de imagen e información en caso de caída de la corriente eléctrica.

Se puede realizar una ecografía en tiempo real gracias al equipo ecógrafo instalado. Este equipo está pensado para ofrecer imágenes de diagnóstico, evaluación clínica y facilitar procedimientos guiados. Se caracteriza por su capacidad para adaptarse a las necesidades diagnósticas y exploratorias que se requieren en cualquier punto de atención médica.

• Estación de videoconferencia

El CAMM va a disponer de un sistema de telemedicina que permite que los distintos elementos del CAMM (shelter, tiendas), tengan conexión con un hospital distante.

Para implementar un sistema de telemedicina con un centro médico distante necesitamos:

- Una estación de videoconferencia ubicada en el CAMM.
- Una estación de Telemedicina ubicada en el centro médico externo.

En el shelter de Ecografía instalamos la estación de videoconferencia que está compuesta por:

- Monitor de visualización: para observar al médico del otro centro médico distante.
- Micrófono: para hablar con el médico del otro centro médico distante.
- Altavoz: para escuchar al médico del otro centro médico distante.

Gracias al sistema de Telemedicina se permite tener sesiones médicas con otro hospital o centro médico, con el objetivo de obtener un segundo diagnóstico médico.

El CAMM envía un resumen de lo que padece el paciente y las pruebas que se le han realizado, por ejemplo la imagen de una ecografía realizada a un paciente. Entonces se solicita una sesión de telemedicina con los especialistas del hospital distante, que realizan un diagnóstico, pudiéndose efectuar sobre la marcha.

Existen unos requisitos generales que se deben cumplir para poder implementar el sistema de telemedicina en el CAMM. El CAMM dotará de una red adecuada de datos para poder realizar enlaces de telemedicina con el hospital o centro de salud más cercano.

- **Instalación de comunicaciones.**

Principalmente con centramos en las instalaciones de comunicación (voz y datos) comunes a todos los shelters y tiendas.

El shelter de Ecografía incorpora una instalación de informática y comunicaciones constituida por los equipos y su correspondiente cableado que permita la comunicación entre los distintos elementos del CAMM.

Se consideran las instalaciones que proporcionan los siguientes servicios:

- Instalación de Telefonía.
- Instalación de Megafonía.
- Instalación de Red de datos (incluida telemedicina).
- Instalación de Gestión de alarmas.

Además se consideran los siguientes elementos que son indispensables para realizar la instalación de comunicaciones:

- Panel de comunicaciones
- Cableado

Los servicios de telefonía, megafonía, red de datos y la gestión de alarmas están soportados en tecnología IP, siendo IPv4 el protocolo de nivel de red y OSPFv2 (Open Shortest Path First) el protocolo de enrutamiento de paquetes.

Los protocolos de nivel físico y de enlace de red LAN son:

- Fast Ethernet para el acceso a las estaciones de usuario.
- Gigabit Ethernet para la infraestructura de la red LAN y el acceso a servidores (Red troncal del CAMM).

A continuación se describen cada uno de los elementos que integra la instalación de comunicaciones.

- Panel de comunicaciones

Es el punto de acceso al shelter de Ecografía. Se compone de:

- 8 conectores RJ45 para la entrada y salida de datos.
- 1 conector de entrada de datos IN-PCIM para la red de megafonía y para la instalación de detección de incendios.
- 1 conector de salida de datos OUT-PCIM para la red de megafonía y para la instalación de detección de incendios.

Dichos conectores se conectan según se muestra en la siguiente ilustración, con sus correspondientes extremos procedentes del RS (Repartidor Secundario) de la Tienda de su bloque.

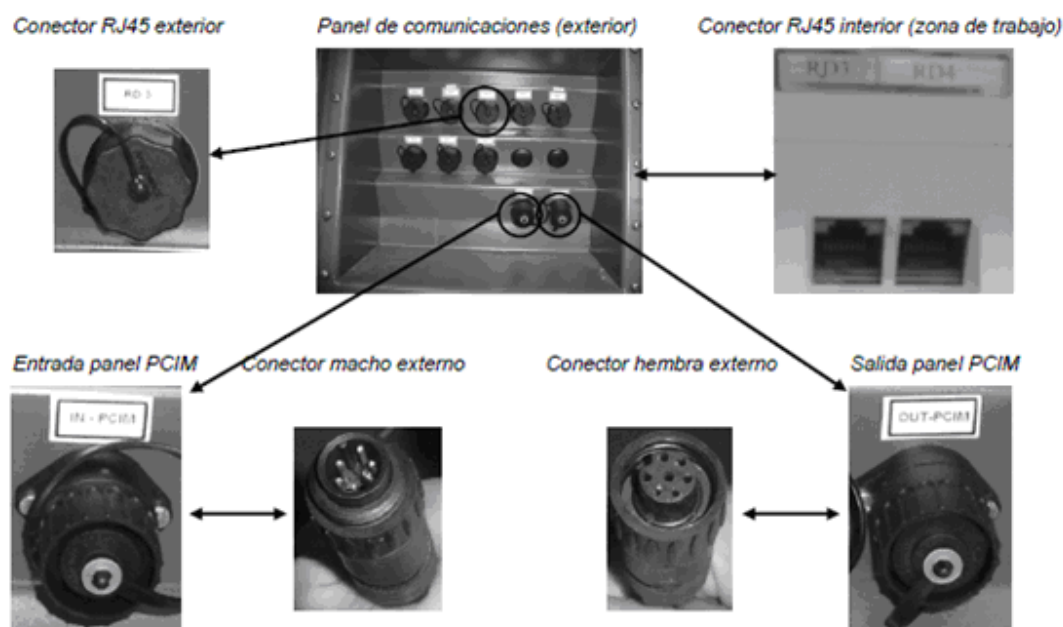


Figura 13 Panel de Comunicaciones del shelter de Ecografía

En el shelter de Ecografía únicamente vamos a utilizar 2 conectores RJ45, para conectar el ecógrafo y la estación de videoconferencia, quedando por tanto 6 conexiones RJ45 libres marcados con la marca "SPARE", para futuras instalaciones de otros equipos.

Desde el repartidor secundario (RS) se cablean tantas tomas de datos a este panel de comunicaciones como equipos instalados en dicho shelter. Para nuestro objeto de estudio, solo vamos a tener dos tomas de datos.

- Cableado

Se utiliza cable de datos UTP/FTP apantallado en aluminio, categoría 5e. Este cable proporciona señal a los diferentes equipos conectados a través de los 8 conectores RJ45 (hembra internos) que están disponibles en el interior del shelter. El cableado está conectado a la parte interior del panel de comunicaciones por medio de conectores RJ45 (macho).

Se despliegan las bobinas formadas por cable FTP apantallado en aluminio desde el repartidor secundario hasta la entrada en el panel de comunicaciones del shelter.

Se conectan los extremos del carrete a los conectores de salida que se encuentran bajo la tapa del Repartidor Secundario (RS).

Se alimenta con señal (desde el RS) los conectores de entrada RJ45 del Panel de Comunicaciones de este shelter. Para que el suministro de comunicaciones sea efectivo es necesario realizar el cableado desde el RP (Repartidor Primario) al RS (Repartidor Secundario) situados en otros shelters o tiendas del CAMM.

- Instalación Telefonía

Se proporciona una infraestructura de telefonía sobre la red IP, con un terminal telefónico basado en IP, modelo 7911G de Cisco, que se conectará usando una adecuada instalación informática.



Figura 14 Teléfono Cisco IP 7911G

El teléfono modelo de 7911G de Cisco, es el que está asignado a todos los usuarios, y se coloca en los distintos shelters y tiendas del CAMM. Sus características son las siguientes:

- Alimentación PoE según el estándar IEEE 802.3AF.
- Estándares compresión voz: G.711, G.711a, G.729a, G.729b, G.729ab.
- TCP/IP, TFTP, DHCP, SNMP.
- Normas de conexión de seguridad: H.323, H.225, H.450.
- Protocolos de calidad de servicio: QoS 802.1 P/Q y Diffserv.
- Conectorización en RJ-45, como el resto del CAMM.

El servicio de telefonía permite una comunicación por voz dentro del CAMM.

Soportará tantos usuarios como extensiones requiera el CAMM, teniendo en cuenta una previsión de crecimiento futuro. Se instala la licencia FL-SRST-168 de Cisco que permite dar de alta hasta 168 terminales telefónicos. Por ahora, se instalan únicamente 63 teléfonos en todo el CAMM, dejando la posibilidad de conectar otros 105, si se deseara una ampliación en el futuro.

- Instalación de Megafonía

Se instala un altavoz modelo A-266 AMC de la marca OPTIMUS de 6.5" bicono en la parte central del techo de la zona de trabajo de todos los shelters y en el techo de las tiendas.

El nivel sonoro del altavoz se puede ajustar de acuerdo a las necesidades que se requieran, gracias a que los altavoces suministrados tienen una potencia máxima de 6 W, que se puede seleccionar a 3 W o 1,5 W.

En la siguiente figura se refleja la instalación de megafonía.

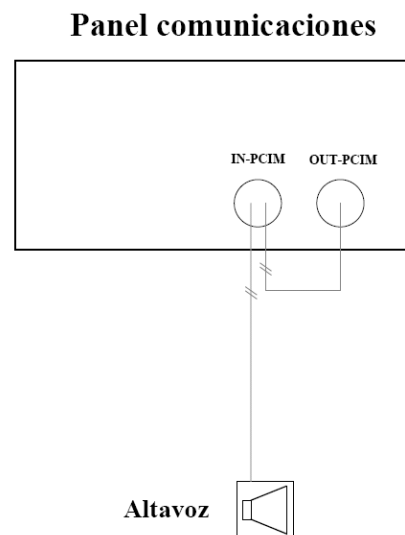


Figura 15 Elementos que componen la instalación de megafonía

Se realiza el cableado adecuado para proporcionar señal al altavoz instalado. Se ha instalado cable de 2 x 0.5mm² apantallado en aluminio con cubierta exterior color gris cuyo fabricante es CAYCON.

- Instalación red de datos

La instalación de red de datos está compuesta por 8 tomas interiores RJ45 para conexión de los equipos a la red de datos.



Figura 16 Conector RJ45 del shelter

Existe una correspondencia numérica entre las tomas RJ45 internas de datos y las RJ45 externas del panel de comunicaciones.

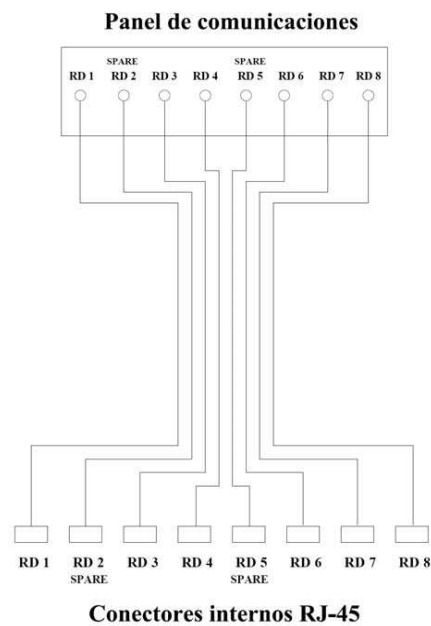


Figura 17 Conexión de la red de datos

El shelter de Ecografía tiene tantas tomas de red de datos como equipos a conectar. Sin embargo se instalan tomas adicionales de la red de datos por futuras nuevas incorporaciones de equipos que precisen de tomas de datos.

- Instalación Gestión de Alarmas

La gestión de alarmas del sistema de detección de incendios, se lleva a cabo por medio de la centralita de incendios, que se integra en el Shelter de mando y control. Estos datos se transmiten a través del Panel de entrada/salida de datos de cada uno de los shelters y tiendas.

La instalación de detección de incendios está compuesta por detectores, pulsadores, sirenas, y centrales de incendios pertenecientes a la familia Sinteso de la marca Siemens.

El sistema de detección de incendios instalado está formado por las centrales de incendios modelo FC2020 de la firma Siemens, ubicadas en los distintos repartidores secundarios y en el repartidor primario.

Los elementos de detección de incendios del presente módulo (detectores, pulsador y sirena), van asociados a la central de incendios de su correspondiente repartidor secundario, tal y como aparece reflejado en la siguiente figura.

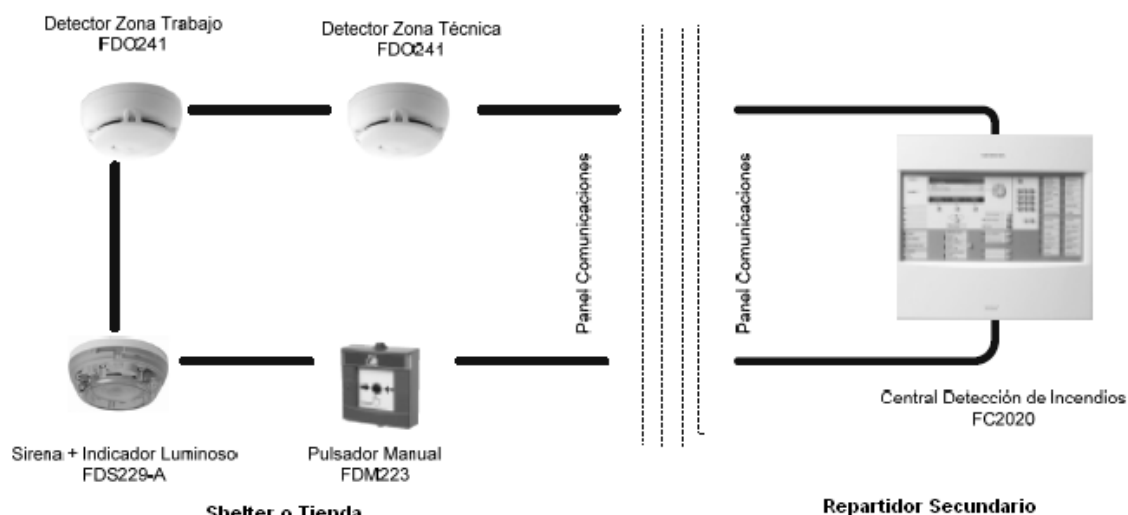
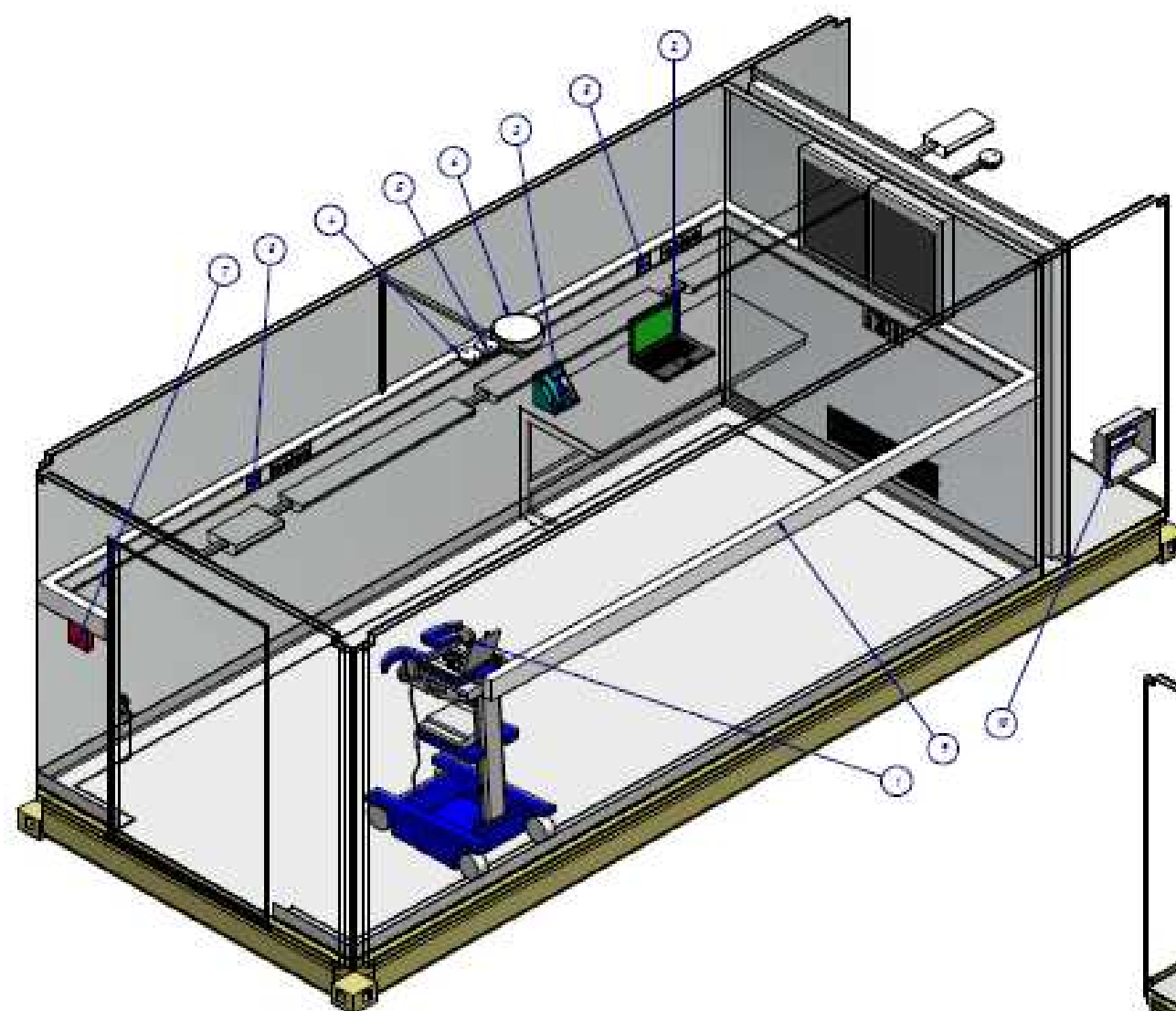


Figura 18 Esquema general conexionado detección de incendios

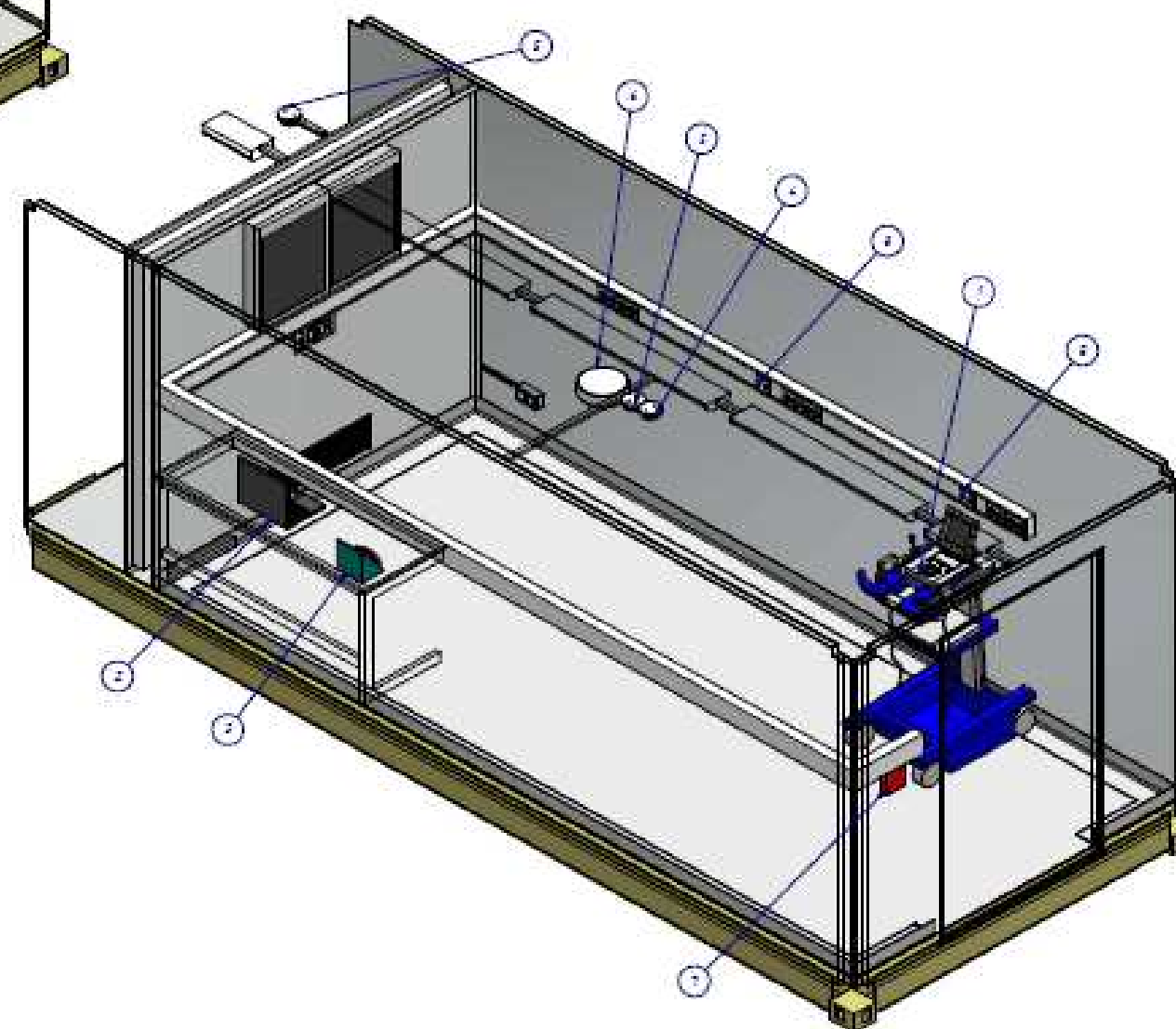
En caso de que sea posible, se conectan los dispositivos a la central de incendios en bucle cerrado. Esto se realiza porque en caso de un corte en el cableado, puede seguir en funcionamiento. Su función es realizar la comunicación bidireccional de datos central-detectores y detectores-central. El cableado se lleva por falso techo o falso suelo y por los bajantes de despachos y oficinas en el interior de tubo, para evitar posibles problemas por la irrupción de animales o personas. [27]

Además una correcta instalación debe tener cierta capacidad de adaptación a los cambios.

Hemos descrito la instalación de comunicaciones (megafonía, telefonía e incendios) que existe en el shelter de Ecografía junto con todos los equipos que integra dicha instalación. A continuación representamos el plano de las instalaciones de comunicaciones del shelter de Ecografía que sirve de ejemplo para todos los demás shelters y tiendas, pues existe una instalación de comunicaciones en cada shelter que sigue el mismo modelo en todos.



Nº ID	Descripción	Unidad	Cant.
1	ESTRUCTURA	ALUMINIO	1
2	CONTROL	PC	1
3	CONTROL	PC	1
4	CONTROL	PC	1
5	CONTROL	PC	1
6	CONTROL	PC	1
7	CONTROL	PC	1
8	CONTROL	PC	1
9	CONTROL	PC	1
10	CONTROL	PC	1



Plano 1 Diseño conceptual de las instalaciones del CAMM.

2.3.2.2 Shelter de mando y control

Es un shelter tipo ISO 1C 1X de 20' con una superficie útil interna mínima de 11 m². Proporciona los siguientes servicios internos al CAMM, soportados en tecnología IP.

- Telefonía.
- Transmisión y comunicación de datos.
- Megafonía.
- Gestión de Alarmas.
- Telemedicina.

Este shelter provee de todos servicios de comunicaciones y sistemas de información, con la conexión del mismo a las siguientes redes externas:

- Red de Telefonía.
- Red de Telemedicina.

Este shelter se encuadra dentro del bloque del Puesto de Mando del CAMM, y consta de los 3 elementos base de un shelter (Tabla 1). Queda dividido en las zonas que se exponen a continuación, diferenciadas en función de la ubicación de los distintos equipos enfocados a las telecomunicaciones.

- Repartidor primario (RP)
- Repartidor de servidores del CAMM
- Espacio de trabajo para los operadores del sistema y de red
- Sistemas centrales para las aplicaciones de telefonía, megafonía, gestión de alarmas y telemedicina.

La capacidad de personal sanitario en dicho shelter es de un máximo de 2 personas.

Además, en el shelter se incluye todos los accesorios necesarios, paneles de conexión, pasa hilos horizontales y verticales, etc.

En la siguiente tabla se enumeran los distintos equipos que constituyen el shelter y las instalaciones realizadas.

APARATOS	INSTALACIONES	MOBILIARIO AUXILIAR
1. Repartidor primario (RP).	Instalación eléctrica.	Mesa de trabajo.
2. Repartidor de servidores de aplicaciones.	Instalación de iluminación.	Silla ergonómica
3. Estación de trabajo.	Instalación de climatización.	Archivadores.
4. Telefonía.	Instalación de seguridad y protección contra incendios.	Armarios de almacén de material de oficina.
5. Megafonía.	Instalación de comunicaciones.	Estanterías para almacenar documentación.
6. Gestión de Alarmas.		

Tabla 1 Composición mínima del Shelter de mando y control.

A continuación describimos los productos relacionados con telecomunicaciones; los aparatos y la instalación de telecomunicaciones que los conecta, para conseguir una completa operatividad tanto hacia el interior como hacia el exterior del CAMM.

En el apartado anterior, al analizar el shelter de Ecografía, hemos descrito las instalaciones de comunicaciones que son comunes a todos los shelters y tiendas del CAMM. Por lo tanto, para este shelter únicamente vamos a describir las funcionalidades añadidas a la instalación de comunicaciones establecida previamente, ya que este shelter se encarga de gestionar todas las comunicaciones del CAMM y prestar una comunicación con el exterior.

Primeramente vamos a describir cada uno de sus aparatos de telecomunicaciones, siguiendo el orden que se enumera en la tabla anterior (Tabla 1).

1) Repartidor Primario (RP)

El repartidor primario (RP) concentra todas las comunicaciones del CAMM, alojando todos los elementos de la red.

El RP aloja aquellos equipos que nos permiten comunicarnos con el exterior del CAMM, los distribuidores principales de cableado, la electrónica para la transmisión de datos, y el distribuidor de la tierra de datos para dicho shelter.

Está constituido por:

- Armario (Rack) donde se guardan los equipos de comunicaciones.
- Equipos de comunicaciones (switch, router, centralita de incendios y etapa de potencia para megafonía).

Por lo tanto, describimos cada elemento que forma el repartidor primario.

• Rack

Un rack es el mueble donde se ubican todos los equipos necesarios para lograr la comunicación del CAMM. Es un bastidor destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones. Sus medidas están normalizadas (ancho normalizado de 19 pulgadas) para que sea compatible con equipamiento de cualquier fabricante. También son llamados bastidores, cabinets o armarios.

Está diseñado para dar soluciones de propósito general al sector industrial, de las telecomunicaciones, broadcast, y demás aplicaciones del sector electrónico.

Para realizar nuestro diseño, utilizamos 2 Racks de 19" de la serie 62 de fabricante TMN. Cada uno consta de 36 Unidades con puerta frontal de metacrilato y con una profundidad de 845mm.

Cada Rack está formado por:

- 1 estructura
- 1 puerta frontal transparente
- 2 tapas laterales
- 1 puerta posterior ciega
- 4 ó 6 montantes verticales de 19"
- 1 kit de masa.



Figura 19 Rack de 19"

A continuación se indican las dimensiones del Rack de 19".

Largo	965mm
Ancho	600mm
Largo de la base	644mm
Ancho de la base	600mm

Tabla 2 Datos de dimensiones del Rack

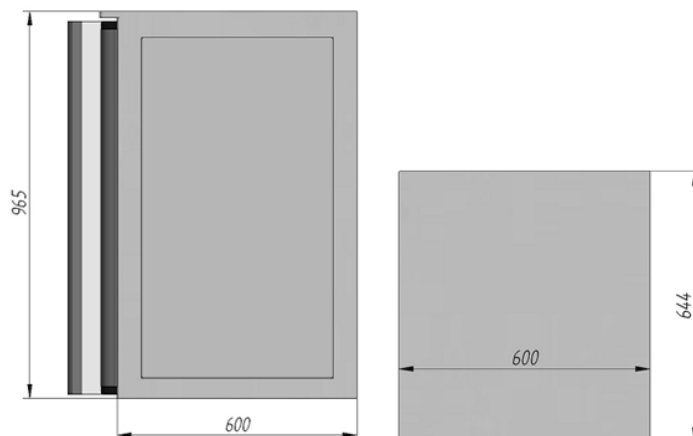


Figura 20 Medidas de Rack

Los equipos que componen el Shelter de mando y control van a estar colocados en dichos racks de 19" unidos mecánicamente entre sí según sea necesario, con el objetivo de desarrollar las funciones especificadas anteriormente.

Dicho rack integra los siguientes equipos de comunicaciones, que seguidamente, los analizaremos por separado para lograr una mejor visión del sistema.

- Switch con 48 puertos: Switch Cisco Catalyst 4507R
- Router Cisco 3825
- Centralita de Incendios: Sinteso FC2020-AZ
- Etapa de potencia de megafonía: Etapa Optimus 240W UP-246ETH

- **Switch con 48 puertos: Switch Cisco Catalyst 4507R.**

Se instala un chasis switch de la serie Catalyst 4500, modelo Catalyst 4507R-E de fabricante Cisco. Se ha realizado dicha selección porque este switch está formado por 2 tarjetas supervisoras, lo que cubre de redundancia nuestro sistema. También necesitamos que tenga como mínimo 12 conectores, uno de entrada y otro de salida, para comunicar nuestro Repartidor Primario con cada uno de los 6 Repartidores Secundarios del CAMM. Para ello hemos colocado 3 tarjetas de línea. Cada tarjeta consta de 6 puertos. Por lo tanto, tendremos 18 conectores en total, que por ahora únicamente utilizamos 12 y los otros 6 restantes son útiles para futuras ampliaciones del CAMM.

Con todas estas consideraciones, hemos elegido un switch con 7-slots, organizado tal como se indica a continuación:

- 2 Tarjetas Supervisoras Catalyst 4500 Supervisor V-10GE, 2x10GE (x2) y 4x1GE (SFP).
- 1 Tarjeta Catalyst 4500 con 48-Ports PoE 802.3af 10/100/1000.
- 3 Tarjetas de línea Catalyst 4500 con 6-Ports 10/100/1000 PoE o SFP. Cada tarjeta consta de 6 GE SFP LC Connector SX Transceiver.

Además el chasis switch dispone de 2 fuentes de Alimentación de 2800W AC Catalyst 4500.

Dicho chasis es montado en un rack. En la siguiente figura se muestra todas las partes de las consta el switch.

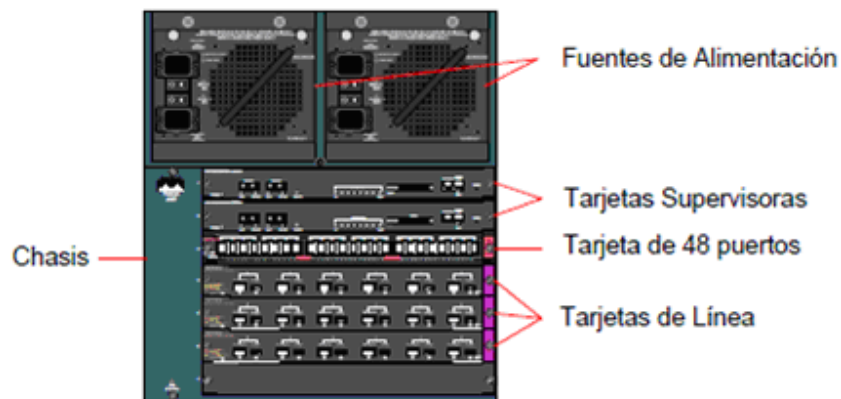


Figura 21 Switch Catalyst 4507R

- **Router Cisco 3825**

Para crear un enlace con el exterior del CAMM, se ha instalado y configurado un Router modelo 3825 de Cisco, que dispone de las siguientes tarjetas de interconexión. Con ello, se garantiza la integración del Shelter de mando con las transmisiones de datos externas del CAMM.

- 4 puertos ISDN-BRI
- 2 interfaces E1/T1
- 4 puertos voz FXO
- 4 puertos voz BRI
- 2 Puertos serie WAN V.35

A continuación, se especifica más en detalle, los elementos que componen dicho Router:

- 1 Módulo de red ISDN-BRI con 4 puertos.
- 1 IP Comunicaciones High-Density Digital Voice NM with 2 interfaces T1/E1.
- 1 Tarjeta de Interfaz de voz 4 puertos - FXO (Universal).
- 1 Módulo DSP para voz/fax 32 canales.
- 1 Módulo DSP para voz/fax 64 canales.
- 2 Tarjeta de Interfaz de voz 2 puertos - BRI (NT y TE).
- 1 Tarjeta de Interfaz serie WAN con 2 puertos.
- 2 Cable 3 metros Macho DTE a Smart Serie.
- 2 Cable RJ45 a BNC doble (no balanceado).
- 1 Fuente Alimentación Cisco 3825 AC PS.
- 1 Cisco CallManager Express Feat License Up To 168 Phones.



Figura 22 Vista Frontal Router Cisco 3825

Uno de los objetivos del CAMM es permitir que todos los datos e información médica de los pacientes puedan ser vistos en algún otro centro médico distante del CAMM. Esto es lo que se conoce como la prestación de un servicio de Telemedicina. Para ello, existe un interfaz que permite acceder al exterior del CAMM. Este reunirá todas las diferentes líneas para comunicarlo con el exterior. Se conectará a través de un punto de comunicaciones que proporciona el enlace de telemedicina, debiéndose incluir, al menos, los interfaces expuestos a continuación, estando dimensionado adecuadamente para conectarse a otros posibles interfaces:

- RDSI: a nivel de acceso primario (E1 a 2 Mbps) y a nivel de acceso básico (2B+D):
 - Nivel 1, físico: Según normas G703 y G704. Sobre cable coaxial doble (TX + RX) a 75 Ω .
 - Nivel 2, de enlace: Según Q 921 (09/97).
 - Nivel 3, de red: Según ETS 300 102-1 (1990-12) y ETS 300 102-2 (1990-12).
- Circuitos de voz:
 - Tipo RDSI:
 - Interfaces a niveles 1, 2 y 3 según lo anteriormente señalado.
 - Plan de numeración a 7 cifras tipo STANAG 4214 / 5067.
 - El interfaz podrá soportar un plan de numeración interredes tipo STANAG 4214 o bien tipo E 164.
- Datos:
 - Tipo RDSI, según lo anteriormente señalado.
 - Conexiones WAN V.35:
 - En un número no inferior a dos.
 - Características físicas del interfaz. Conector militar (de 22 pines) de acuerdo a la norma MIL-C-38999. Modelo específico es: LJT07 RT 13-35 S014.

- **Centralita de Incendios**

El objetivo de instalar una centralita de incendios es para conocer y avisar de la existencia de un incendio en un determinado lugar. Para la elección de un sistema de detección de incendios se deben valorar la rapidez, para que no haya demoras en la puesta en marcha del plan de emergencia y la fiabilidad en la detección, para evitar que las falsas alarmas quiten credibilidad y confianza al sistema. [27]

El tipo de central a utilizar depende del dimensionamiento de la instalación contra incendios a instalar.

En el Repartidor Principal del Shelter de mando se instala la central de incendios modelo FC2020-AZ. Está formado por una carcasa estándar, y dispone de 2 circuitos, pudiéndose expandir a 4 circuitos. Tiene una fuente de alimentación de 70W, con capacidad de batería máxima de 12Ah. Es un control de incendios compacto con una unidad operacional integrada que procesa señales de hasta 252 direcciones. [28]

Esta centralita de incendios es ideal para aplicaciones en talleres, hoteles, etc., o en algunas aplicaciones mayores. [27]



Figura 23 Central de detección de Incendios FC2020

Los datos técnicos de esta central de detección de incendios se muestran en la siguiente tabla:

Tensión de red	85... 265 VAC
Fuente de alimentación	70W
Tensión de funcionamiento	21... 28,6 VDC
Corriente de funcionamiento	Máx. 2,5A
Cantidad de dispositivos	252 máx.
Interfaces RS232/RS485	2
Conexión red	2
RJ45	1
Dimensiones (AltoxAchoxProfundidad)	430x398x160mm

Tabla 3 Datos Centralita Incendios

Algunas de sus principales características son:

- Salidas supervisadas: 1 x Alarma, 1 x Fallo
- Número de líneas de detección: 2 (4) circuitos o 4 (8) líneas abiertas.
- Conexión a los sistemas de gestión del peligro vía BACnet.
- Conexión Ethernet disponible para cada estación. Permite trabajar en red hasta 4 estaciones (vía Hub).
- Aparición del texto de usuario directamente en el terminal o a través del software. Hasta 1000 eventos pueden ser almacenados de acuerdo con varios criterios.
- Almacenaje de datos pueden ser subidos vía acceso remoto. [28]

La central de incendios recibe la información de los sensores alojados en cada shelter y tienda.

Se sitúa en el interior del Repartidor Primario (rack) para protegerla de posibles agresiones o manipulaciones. [27]

Se conecta a los equipos detectores y/o pulsadores situados en cada shelter o tienda siguiendo un correcto circuito de instalación, con una salida general de alarma y avería, que se activa cada vez que se detecta un peligro.

Normalmente la central está supervisada por un vigilante en un puesto de control, pero también puede programarse para actuar automáticamente si no existe esta vigilancia o si el vigilante no actúa correctamente según el plan preestablecido. [27]

- **Etapas de Potencia para Megafonía**

En el CAMM se instala un sistema completo de megafonía de propósito general, que cumple con unas adecuadas prestaciones de seguridad que le permiten abordar con éxito cualquier tipo de instalación.

En el Shelter de mando, se instala una etapa de potencia modelo UP-246ETH de Optimux que incluye conectividad vía Ethernet y permite descentralizar totalmente la instalación del sistema, controlarla y configurarla desde cualquier punto de la red. Las prestaciones de Optimux incluye todos los requisitos exigidos por la normativa IEC60849 para los sistemas de alarma y evacuación de emergencia por voz.

Este sistema es ideal para realizar instalaciones básicas en escuelas, gasolineras, tiendas, etc., hasta las más complejas en túneles, aeropuertos, centros comerciales, etc., sin límites en zonas, puntos de avisos o potencia.



Figura 24 UP-246ETH

A continuación se especifican los datos técnicos de la etapa de megafonía.

- Potencia: 240 W RMS
- Alimentación: 230 V CA / 24 V CC, 50/60 Hz
- Consumo: 462 VA máximo
- Entradas: 0 dBu Programa-prioridad
- Salidas altavoces: 100, 70, 50 V / 16, 8, 4 ohm
- Respuesta en frecuencia: 50 ~ 16.500 Hz
- Distorsión armónica total: < 0,5 % (1 kHz)
- Relación señal-ruido: > 83 dB
- Ethernet: Doble Ethernet (redundancia)
- Contactos de e/s: 9
- Dimensiones (mm): 483 x 89 x 372 (2 u)
- Peso: 17,8 kg

Algunas de sus principales características se resumen a continuación:

- Protección contra cortocircuito / sobrecarga en la línea de altavoces.
- Protecciones térmicas: Notificación de alarma con umbral configurable por el usuario.
- Desconexión automática (temperatura fija por hardware).
- Control de ventiladores con umbrales configurables por el usuario
- Supervisión de líneas de altavoces.
- Audio digital mediante conexión Ethernet.
- Funciones DSP para los canales Ethernet: Volumen, graves y agudos.
- Canales de entrada suplementarios: Emergencia, Prioridad y Programa.
- Mensajes pregrabados residentes en la memoria flash del amplificador.
- Supervisión continua de la entrada de emergencia.
- Contactos de entrada/salida configurables para funciones auxiliares (activación de mensajes de emergencia, subdivisión de zonas).
- Conexión RS485 para control de periféricos (sensores de ruido...).
- Funciones de control automático de nivel.
- Opción de bloqueo de teclado, evitando la manipulación accidental del mismo.
- Relé auxiliar de seguridad de avisos.

A continuación se indica el alzado del Rack donde se encuentra ubicado cada uno de los equipos de comunicaciones que hemos descrito anteriormente.

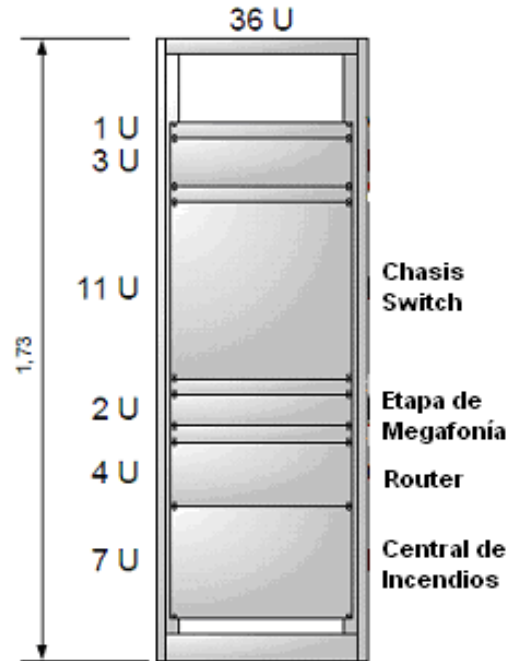


Figura 25 Alzado de Repartidor Primario

2) Estaciones de Trabajo

Las estaciones de trabajo tienen como objetivo cubrir todas las características necesarias para ejecutar las funciones que tengan asignadas. Preferentemente se utilizan estaciones de trabajo portátiles.

Las estaciones de trabajo constan de:

- 1 ordenador portátil de la marca Fujitsu-Siemens modelo Esprimo V5535 con sus respectivos cargadores de batería modelo ADP-65HB AD.
- 1 impresora láser-color HP modelo CP1515n.
- Mesa de Trabajo

Se incluye todo el software necesario para su uso en el CAMM.

3) Repartidor de Servidores

Se instala un Rack de 36 Unidades donde están ubicados todos los servidores necesarios para prestar el servicio deseado.

Los servidores instalados para dar servicio al CAMM son los siguientes:

- Servidor de información: donde se guarda todos los datos de los pacientes.
- Servidor de impresoras.
- Servidor web y correo.
- Servidor de telemedicina.

Se instalan 2 modelos diferentes de servidores para dar servicio a todas las aplicaciones necesarias.

➤ Servidor de información y servidor de impresoras.

- Servidor PY RX100S5A de Siemens.

A continuación se señalan algunas de las características más relevantes de dicho servidor.

- Procesador Intel Pentium Dual Core.
- 2 GB DDR2-RAM, 800 MHz
- 2 x Gbit/s (RJ 45) LAN / Ethernet
- Disco duro SATA 3 Gb/s 7200 rpm, disponibles desde 1000 GB a 160 GB, hot plug, 3.5-inch.
- PCI-Express x8



Figura 26 Servidor PY RX100S5a

➤ Servidor web y de correo, y servidor de telemedicina.

- Servidor RX300S4 6x3.5

A continuación se indican sus características más relevantes:

- Procesador Dual- or Quad-Core Intel® Xeon®
- 4GB DDR2 RAM.
- Interfaz LAN 2x RJ45, 1x Service10/100.
- Onboard controller LAN (2x BroadCom5708) 2x 10/100/1000 Mbit/s Ethernet.
- Posibles discos duros: 36, 73, 146, 300 GB 3.5-inch SAS o 250, 500, 750 GB 3.5-inch SATA or 36, 73, 146 GB 2.5-inch SAS optional.



Figura 27 Servidor PY RX300 S4

En la siguiente figura se muestra el alzado de como quedan ubicados los servidores en el Rack.

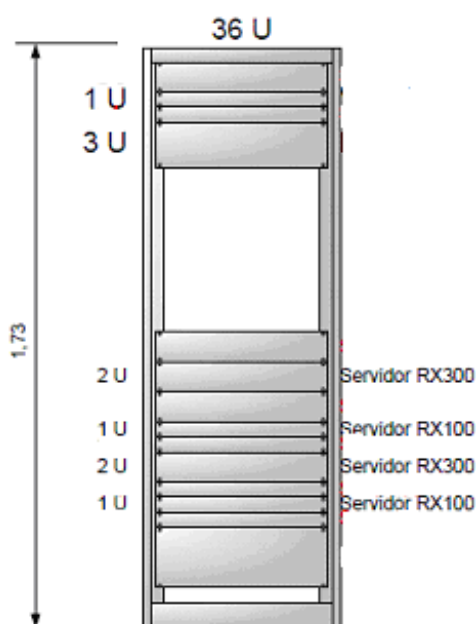


Figura 28 Alzado de Repartidor Secundario.

A continuación se describe cada uno de los equipos de telecomunicación que se utilizan en la instalación de comunicaciones correspondiente.

4) Instalación de Telefonía

El servicio de telefonía permite una comunicación con el exterior a través del Router 3825 ubicado en el Repartidor Primario (RP). Incorpora todos los elementos necesarios que permite prestar un servicio interno al personal del CAMM y el equipamiento adecuado para integrar la telefonía IP con la red telefónica (router de voz con interfaces de salida RDSI).

Gracias a la instalación de la pasarela de Cisco 3825 con diferentes tarjetas, se permite integrar el Shelter de mando con los apoyos externos de transmisiones.

5) Instalación de Megafonía

El Shelter de mando además de contar con la instalación de megafonía de la que disponen todos los demás shelters y tiendas del CAMM, está constituido por:

- 1 Micrófono de Optimux con conexión Ethernet.
- 1 Alimentador 24V 2.3 A de Optimux.
- 1 Etapa de potencia de 240W UP246ETH de Optimux (ubicada en Repartidor primario), con conexión Ethernet y direccionamiento IP.

El Shelter de mando y control se encarga de gestionar todas las comunicaciones del CAMM, por lo tanto, en este shelter se coloca un micrófono para dar avisos de carácter general a algunas áreas del CAMM o a todas sus áreas de modo simultáneo.

El sistema de megafonía usa la infraestructura de la red de comunicaciones del CAMM. Está determinado por la etapa de potencia a la que se conecta el altavoz. Las etapas de potencia además de ubicarse en el Repartidor primario (RP), se ubican en los Repartidores secundarios (RS).

6) Instalación Gestión de Alarmas

El sistema de gestión de alarmas está compuesto por una central de detección de alarma, detectores ubicados en los shelters y tiendas, y los elementos de unión entre la central y los detectores.

Cada repartidor secundario (RS) posee una central de incendios conectada a los distintos detectores, pulsadores y sirenas de las distintas zonas del CAMM.

En el repartidor principal (RP) del Shelter de mando y control se encuentra la central de detección y alarmas. Dicha central está conectada al resto de repartidores secundarios con sus respectivas centralitas de incendios. Está situada en un lugar fácilmente accesible, de modo que sus señales se puedan percibir permanentemente. Está provista de señales ópticas y acústicas que permite llevar el control de cada bloque del CAMM. Dichas señales transmiten la activación de cualquier componente de la instalación.

La señal de activación de un sensor de fuego (detector), tendrá prioridad sobre la prealarma o fallo de una señal de monitorización. La activación de uno de estos elementos ocasiona una indicación acústica local, un anuncio del mensaje en pantalla y el almacenamiento de la alarma.

Se instalan detectores de la clase y sensibilidad adecuada, de manera que estén específicamente capacitados para detectar el tipo de incendio que previsiblemente se pueda producir en cada shelter o tienda, evitando que los mismos puedan activarse en situaciones que no se correspondan con una emergencia real. La situación y distribución de los detectores, garantizarán la detección del fuego en la totalidad de la zona a proteger.

7) Paneles de comunicaciones

En la zona técnica de cada shelter se encuentra ubicados los paneles de comunicaciones. Los paneles están adaptados al cableado de entrada y salida del shelter, con la posibilidad de actualizar los interfaces exteriores para poder conectarse a distintos tipos de redes en un futuro.

Este shelter dispone de dos paneles de comunicaciones, uno para la conexión con los 6 Repartidores secundarios del CAMM, y otro para la interconexión con el exterior del CAMM.

Todos los equipos que contiene un determinado shelter, van conectados a una toma de red. Desde cada toma de red, a través de una canaleta, se llevan todas las conexiones al panel de comunicaciones de un shelter.

Todos los paneles de comunicaciones de todos los shelters del CAMM tienen instaladas dos tomas para la entrada y salida de Control de Incendios y Megafonía.

A continuación, se muestra cada uno de los paneles de comunicaciones del Shelter de mando y control.

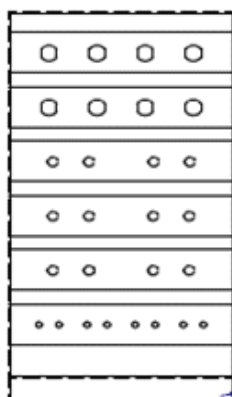


Figura 29 Panel de comunicaciones para interconectar los Repartidores Secundarios.

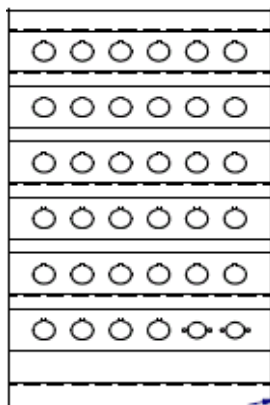


Figura 30 Panel de comunicaciones para interconexión con el exterior.

8) Instalación para Telemedicina

El interfaz para el acceso externo del CAMM reunirá todas las diferentes líneas que puedan comunicar el CAMM con el exterior. Se conectará a través de un punto de comunicaciones, debiéndose incluir, al menos, los interfaces expuestos a continuación, siendo necesario dimensionarlo adecuadamente para conexión a otros posibles interfaces:

- RDSI (Red Digital de Servicios Integrados): a nivel de acceso primario (E1 a 2 Mbps) y a nivel de acceso básico (2B+D).
- Circuitos de voz.
- Datos.

Para ello, utilizamos el router que se encuentra ubicado en el repartidor primario del Shelter de mando y control, que redirige el tráfico de datos de entrada/salida al resto del equipamiento.

También se dispone de un servidor de telemedicina (PY RX300S4) que ha sido descrito anteriormente, con el software adecuado para lograr la telemedicina.

Un sistema de telemedicina debe adaptarse a las circunstancias del lugar remoto donde se encuentre el paciente. Si el CAMM se encuentra en un lugar remoto donde no hay líneas de comunicación terrestres, esto obliga a que la comunicación sea por satélite. Por lo tanto, el sistema consta de un terminal de comunicación Inmarsat M4 completos (módems satelitales) para proporcionar desde un canal de 64kbps hasta 1285kbps. Este terminal incorporará la función de realizar comunicaciones de voz en 4.8 kbps y servicios de envío de datos a una velocidad media de 2.4 kbps. Este es ideal para antenas fijas, portátiles o instalaciones móviles. [29][30]



Figura 31 Modem TT-3080M

Esto permite trabajar con una red exclusiva de telemedicina. La ventaja de este sistema es que trabaja sobre líneas dedicadas, independientes de Internet, y por lo tanto, toda la información que circula está protegida. [29]

El sistema de Telemedicina permanece conectado las 24 horas del día, tanto para la atención de cualquier urgencia médica, como para realizar las sesiones clínicas ya programadas.

Toda la información de los pacientes podrá ser visualizada por los centros médicos externos conectados a la red del CAMM, y así, un médico especialista que se encuentre distante, podrá intervenir y analizar el diagnóstico del paciente que está en el CAMM.

Esta es la principal ventaja de la telemedicina, que puedes hacer un diagnóstico en tiempo real y adaptarte a las circunstancias del lugar remoto donde está el paciente.

2.3.2.3 Tienda de Admisión

El objetivo de este apartado es proporcionar la información necesaria de todos los equipos que componen los repartidores secundarios (RS) ubicados en las tiendas de cada uno de los bloques del CAMM, consiguiendo que todos los equipos cumplan con un funcionamiento correcto.

Primeramente vamos a describir como se realizan las comunicaciones en todo el CAMM, y la intervención que tienen en ellas los Repartidores Secundarios. Después nos vamos a centrar en detallar cada uno de los equipos que integra el Repartidor Secundario de la Tienda del Bloque de estudio (Bloque de Radiología).

Las comunicaciones en el CAMM se gestionan a través de 1 repartidor primario (RP), situado en el Shelter de mando y control, el cual hemos descrito en un apartado anterior, y de 6 repartidores secundarios (RS), distribuidos a lo largo de todo el CAMM (ubicados en distintas tiendas del centro médico), que se conectan individualmente por fibra óptica, tal y como se muestra en el siguiente esquema:

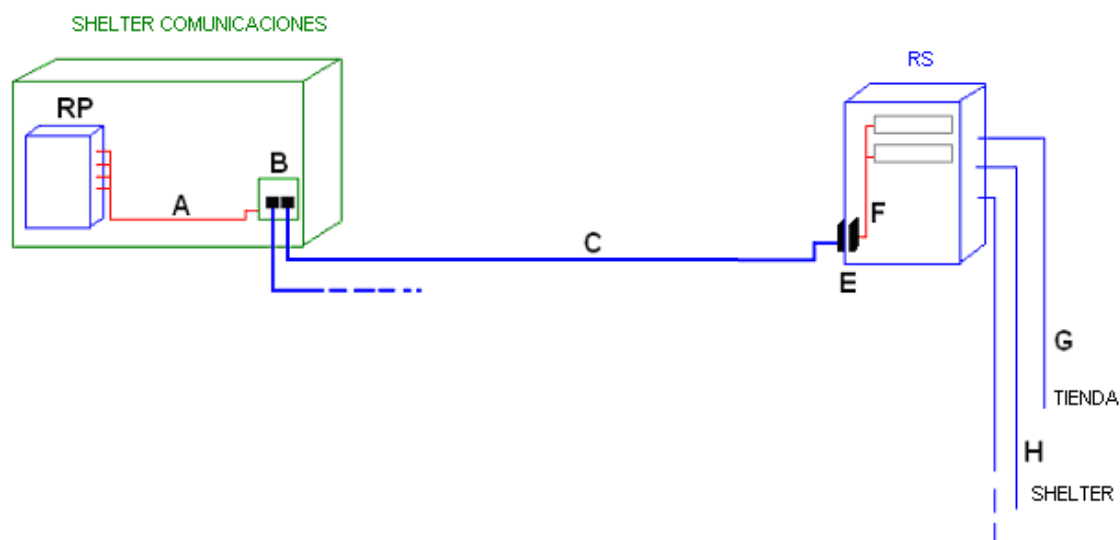


Figura 32 Esquema conexión RP-RS

En el esquema anterior se pueden distinguir los siguientes elementos de interconexión:

A: Latiguillo de 3 metros con conectores LC en un extremo (el que va al RP) y conector empotrable pasamuros en el otro extremo (B), preparado para intemperie.

C: Bobina (130m, 160m o 220m, según las necesidades). En un extremo tendrá el mismo conector que el utilizado en (B). En el caso del pasamuros (E) se utilizará un sistema “Master Line” descrito en el punto de datos técnicos que, básicamente, consiste en que la manguera principal se divide a su paso por la pared del rack en 4 latiguillos, sin necesidad de empalmes.

F: Latiguillos de entre 1,5 y 3 metros que salen desde dentro de la manguera exterior. En el otro extremo tendrán conectores LC.

El cable será multimodo, 50/125 micras, de 4 hilos (para dar redundancia) y estará preparado para uso exterior e interior, puesto que en su recorrido atravesará zonas de ambos tipos. En todos los tramos se tiene una protección IP-67. En los tramos exteriores se usarán fijaciones cada 10 metros y en las zonas de tránsito, pasacables de protección. En los tramos interiores, el cable se instalará sobre la estructura del techo de las tiendas.

Con lo anterior y teniendo en cuenta la distribución planteada de los Repartidores Secundarios en todo el CAMM (6 RS) y las líneas de Fibra óptica, se aportan los siguientes tipos y cantidades de carretes:

- 3 bobinas de 130 metros (RS1, RS2 Y RS3)
- 2 bobinas de 160 metros (RS4 Y RS5)
- 1 bobinas de 220 metros (RS6)

Los repartidores secundarios (RS) se situarán en diferentes tiendas, dando servicio de protección contra incendios, megafonía y red de datos a zonas diferenciadas del CAMM, tal como se refleja en la siguiente figura:

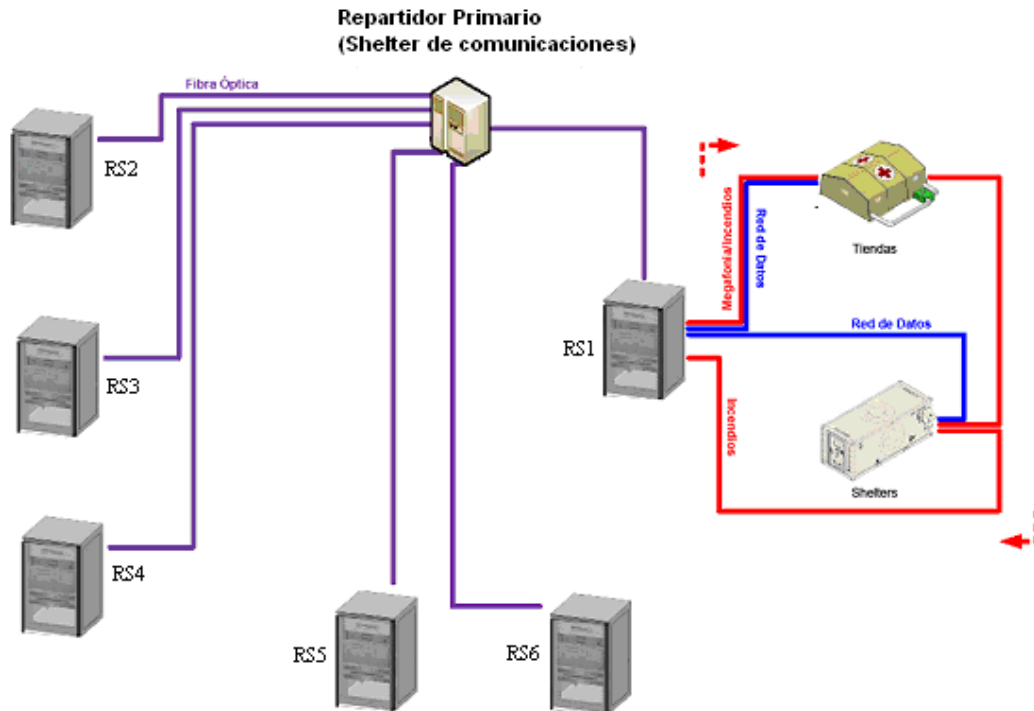


Figura 33 Esquema de la distribución de Control de Incendios, Megafonía y comunicaciones del CAMM.

Desde el repartidor primario (RP) a cada uno de los repartidores secundarios se establecen dos enlaces de fibra óptica, cuyo objetivo es paliar los supuestos errores y pérdidas de información en el correcto funcionamiento de la red.

Desde los repartidores secundarios parten los cables correspondientes al circuito de megafonía y protección contra incendios, y a la red de datos.

Cada uno de los repartidores secundarios (RS) se conecta por Fibra óptica (FO) al panel de comunicaciones del Shelter de mando y control. La elección de utilizar Fibra óptica para esta conexión se basa en la distancia. Las Tiendas que incluyen los RS están a una distancia aproximada de 400 metros con el Shelter de mando y control. Por lo tanto, no podemos utilizar cable UTP/FTP pues únicamente cubre una distancia máxima de 90m, y con fibra óptica podemos cubrir distancias infinitas.

Cada repartidor secundario está constituido por diversos equipos instalados en un armario ("rack") de marca TMN para comunicaciones de 19 pulgadas.

A continuación se describe la composición de cada uno de los repartidores secundarios, y los detalles de los equipos que lo constituyen.

- ❖ 2 x Switch de 24 puertos (Número de puertos según necesidad): Cisco Catalyst 3560.
 - Catalyst 3560 Switch Getting Started Guide.
 - Catalyst 3560 SERIE 1 POE-24 (switch).
- ❖ Etapa de potencia IP para Megafonía: Etapa Optimus 240W UP-246ETH.
- ❖ Central de incendios Sinteso FC2020-AZ.
- ❖ Router Catalyst 3800.
- ❖ Pasacables.

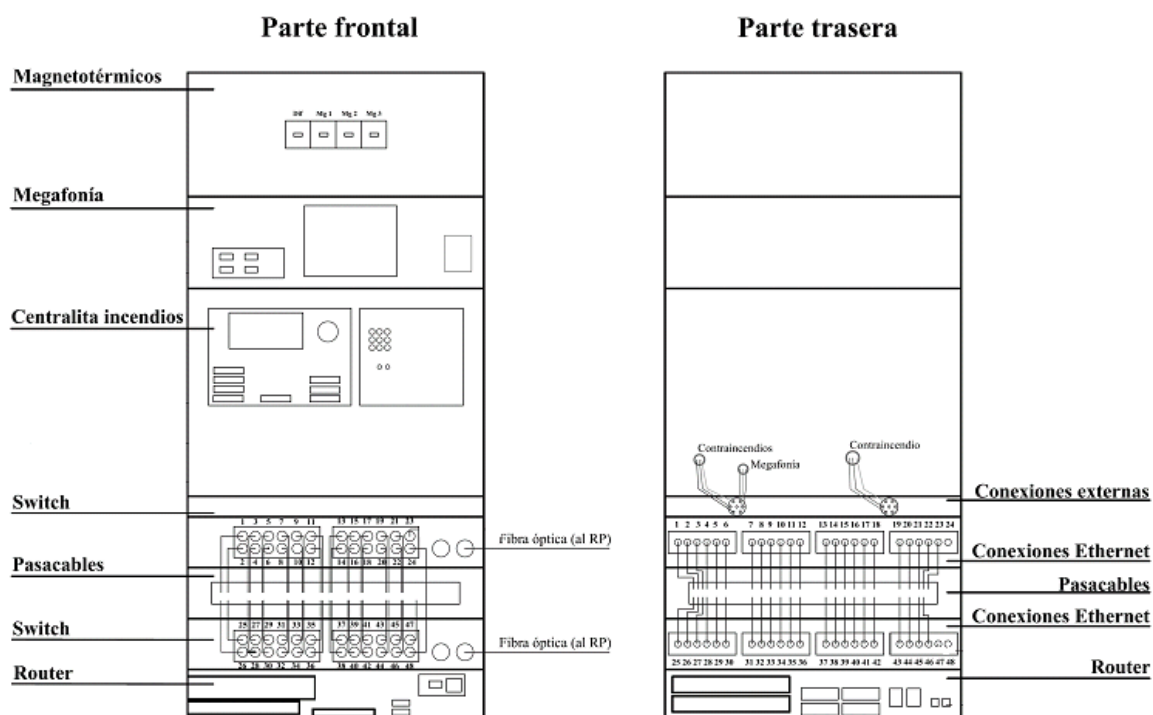


Figura 34 Vista frontal y trasera del Repartidor secundario.

Los switch están conectados entre ellos por fibra óptica, que a la vez cada uno se lleva por fibra óptica al repartidor primario para la entrada y salida de datos. Se utilizan dos switch para cubrir al sistema de redundancia, es decir, que si se cae un enlace, seguirá transmitiéndose por el otro enlace.

Todos los elementos de los repartidores quedan interconectados mediante puentes o latiguillos.

En la parte trasera de cada repartidor, se conectan las mangueras del sistema de detección contra incendios de cada tienda o shelter.

Los cables, en el lado del repartidor, se pasan por el pasa-cables al interior y se conectan en la parte trasera de los switches.

Los cables que dan servicio a las tiendas, se conectan a sus correspondientes conectores hembra/hembra, que se denominan “terminales tienda”, que solo se dispondrán en aquellas tiendas que requieran de ellas.

Los cables que dan servicio a los shelters se conectan en sus correspondientes entradas en los paneles de comunicaciones de los shelters.

Cada repartidor secundario se conecta a una toma de alimentación de 220V AC. El sistema está configurado para comenzar a trabajar automáticamente una vez que se ha conectado a la red eléctrica, por lo que el usuario no necesita previamente realizar ninguna otra operación de puesta en marcha.

Cada repartidor secundario tiene instalado un número y un tipo de switches, en función del número de shelters del grupo a los que tiene que dar acceso.

A continuación vamos a describir cada uno de los equipos que se alojan en un específico Repartidor Secundario.

Para nuestro estudio del sistema vamos a analizar la tienda que cubre las comunicaciones del Bloque de Radiología. Esta tienda denominada Tienda de Admisión, dispone del Repartidor Secundario RS1, que se caracteriza por utilizar una bobina de fibra óptica de 130 metros. Los equipos que conforma dicho Repartidor son los siguientes:

- **Switches**

El rack cuenta con un número de switches en función de las necesidades, según la zona en la que de servicio. Los switches instalados son de la marca Cisco, modelo Catalyst 3560 con 24 puertos.



Figura 35 Switch Cisco Catalyst 3560

A estos equipos se conectarán todas las tomas de datos del área a la que da servicio el repartidor secundario.

Los datos técnicos de esta central de detección de incendios se muestran en la siguiente tabla:

Anchura	44,5 cm
Profundidad	30,1 cm
Altura	4,4 cm
Peso	3.9 kg
Memoria RAM	128 MB
Cantidad de puertos	24 x Ethernet 10Base-T, Ethernet 100Base-TX
Velocidad de transferencia de datos	100 Mbps
Tecnología de conectividad	Cableado
Anchura	44,5 cm
Profundidad	30,1 cm
Altura	4,4 cm
Peso	3.9 kg

Tabla 4 Datos Switch

- **Etapas de potencia para megafonía**

El rack del Repartidor secundario contiene un equipo de megafonía modelo UP-246 ETH de la marca Optimus, en la posición inferior a la de los magnetotérmicos. Este equipo permite transmitir y amplificar las señales acústicas hacia los diferentes altavoces en el área de servicio, con una potencia de trabajo de hasta 240W.

El repartidor secundario dispone de la misma etapa de potencia que el repartidor primario, descrito anteriormente en el Shelter de mando y control.

- **Central de incendios**

En el rack también se encuentra instalada una centralita de incendios de la marca Siemens, modelo FC-2020, colocada en la posición inferior a la etapa de megafonía.

La centralita de incendios se encarga de gestionar la protección contra incendios en toda la zona de servicio, controlando los detectores, sirenas y pulsadores instalados en la misma.

Esta centralita de incendios es el mismo modelo que el ubicado en el repartidor primario.

- **Router Catalyst Serie 3800.**

Para crear un enlace con las demás del CAMM se ha instalado y configurado un Router modelo 3825 de Cisco.

Las características de este switch ya se han descrito en el Shelter de mando y control al analizar cada uno de los equipos que integra el Repartidor Primario de dicho shelter.

- **Pasacables**

El Rack posee pasa cables entre los dos switches que consiste en panel de 19", de 1U con paso para cables de 384x22mm.

- **Magnetotérmicos**

En la zona superior del panel frontal del Rack, se encuentra instalado un diferencial de marca Siemens, modelo 5SM3 312-0, que protege al sistema eléctrico del repartidor.



Figura 36 Diferencial, modelo 5SM3 312-0

A continuación se especifican algunos datos del diferencial:

Polos	1+neutro
Intensidad	25 ^a
Intensidad de corte	30 mA
Certificados	CE

Tabla 5 Características del diferencial

Además, el Rack posee 3 magnetotérmicos situados junto al diferencial modelo 5SY6 206-7 de marca SIEMENS, utilizados para la protección de los circuitos eléctricos, contra cortocircuitos y sobrecargas.

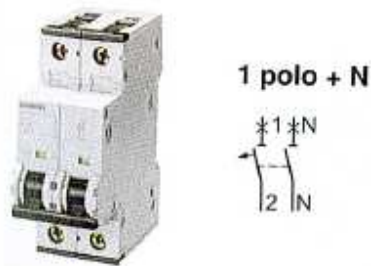


Figura 37 Magnetotérmicos, modelo 5SY6 206-7

A continuación se especifican algunos datos del magnetotérmico:

Polos	1+neutro
Intensidad	6 ^a
Poder de corte	6 kA
Certificados	CE

Tabla 6 Características del magnetotérmico

A continuación se detalla el esquema de alimentación de los distintos equipos ubicados en el Repartidor Secundario.

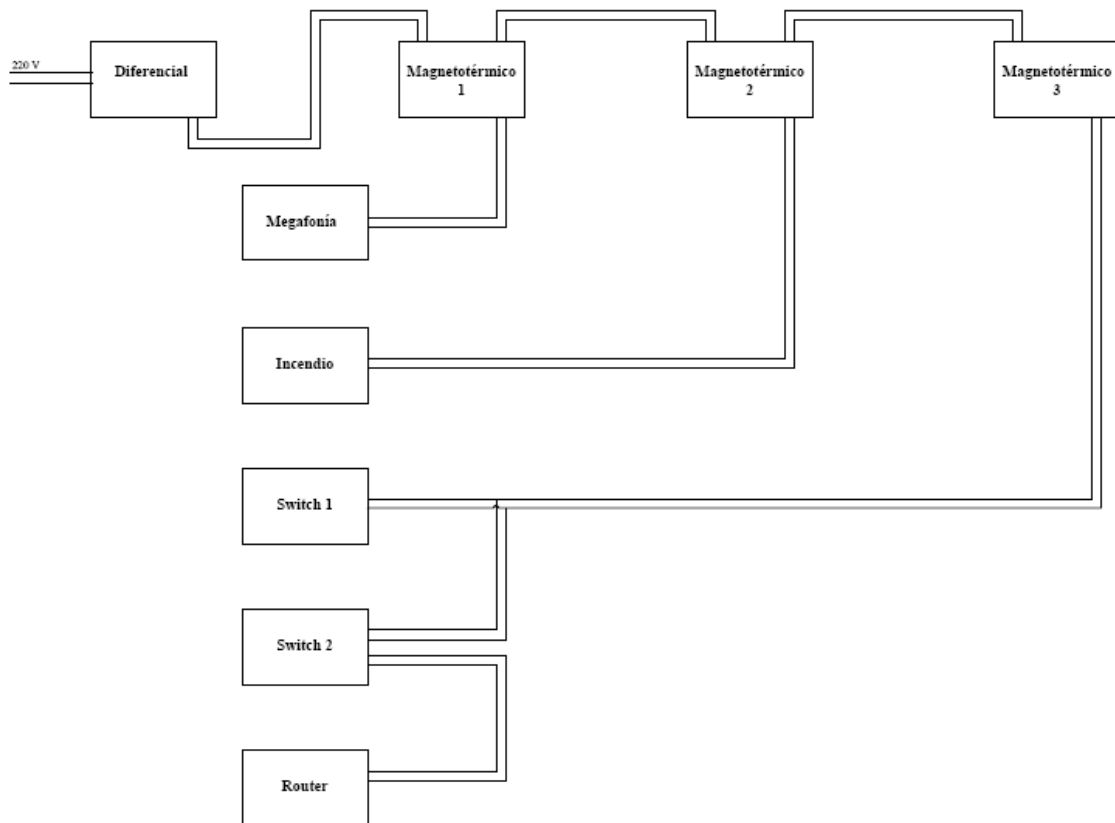


Figura 38 Conexión de diferencial y magnetotérmicos.

3 Telemedicina

3.1 *Objetivo del capítulo*

En este capítulo hacemos una pequeña contribución al estudio de la Telemedicina y el interés que despierta en nuestra sociedad. El auge sigiloso de la telemedicina contribuye a proporcionar una mejor calidad de atención a los pacientes.

Este estudio nos va a servir de base para implementar un servicio de telemedicina en el CAMM.

3.2 *¿Qué es la telemedicina?*

El objeto de este capítulo es hacer una revisión de los distintos productos tecnológicos relacionados con la telemedicina.

Primeramente queremos ofrecer una visión general del sistema de servicios de telemedicina para usarse como elemento de comunicación. Para ello, vamos a repasar el concepto y la historia de su investigación. Después vamos a realizar una descripción clara y sencilla de los servicios de telemedicina y sus características, junto con la descripción de los elementos que componen el sistema, obteniendo las muchas aportaciones que la telemedicina puede hacer a los enfermos. Con ello, vamos a analizar el sistema completo de telemedicina describiendo el panorama actual en España.

La implantación de un sistema de telemedicina supone un impacto económico que hay que evaluar, lo que nos determinará la sostenibilidad del sistema a medio y largo plazo. [9]

3.2.1 Definición

Con el aumento de la población y la mejora de la calidad y la esperanza de vida, la gran ocupación de los hospitales es un problema muy urgente a solucionar. Una de las posibles soluciones es la prestación de las consultas y los cuidados médicos a distancia. Esto es lo que se conoce como telemedicina. [11]

En la literatura podemos encontrar diversas definiciones de la telemedicina. Entre las definiciones existen unos elementos comunes a todas ellas:

- las tecnologías de la información o telecomunicaciones
- la distancia entre participantes
- los usos médicos o sanitarios

La Organización mundial de la Salud (OMS) en 1997 define la telemedicina como:

“El suministro de servicios de atención sanitaria, en los que la distancia constituye un factor crítico, por profesionales que apelan a las tecnologías de la información y de la comunicación con objeto de intercambiar datos para hacer diagnósticos, preconizar tratamientos y prevenir enfermedades y heridas, así como para la formación permanente de los profesionales de atención de salud y en actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de las comunidades en que viven” [15]

El Instituto Nacional de la Salud Español (INSALUD) en el año 2000 define la Telemedicina como:

“La utilización de las tecnologías de la información y de las comunicaciones como un medio de proveer servicios médicos, independientemente de la localización tanto de los que ofrecen el servicio, los pacientes que lo reciben, y la información necesaria para la actividad asistencial”. [15]

La palabra *τῆλε* (*tele*) procede del Griego que significa distancia [1]. De forma básica, la telemedicina se define como la prestación de servicio de medicina a distancia. Para su implementación se utilizan redes de comunicación y sistemas interoperables de información. [3] Algunos prefieren utilizar los términos eHealth, eSalud, Salud digital ó Telesalud.[3] Ultimamente se entiende que el término "eSalud" es mucho más apropiado, ya que abarca un campo de actuación más amplio. [10]

Así, la Telemedicina permitirá dar respuestas a determinados problemas planteados en la atención sanitaria: necesidad de comunicación, factor distancia / tiempo, función de cooperación, etc. [15]

La telemedicina es un recurso tecnológico que posibilita la optimización de la atención médica, ahorrando tiempo y dinero y facilitando el paso a los especialistas a zonas de acceso distantes. Incluye diagnóstico, tratamiento y educación médica Otra de las utilidades es referente a la educación, donde los datos médicos se transmiten a través de redes adecuadas, de modo que a los alumnos de medicina se les facilita una educación remota, apoyados por un profesor y el paciente. La telemedicina presta los siguientes servicios: [1]

- Servicios complementarios e instantáneos a la atención de un especialista (obtención de una segunda opinión).
- Diagnósticos inmediatos por parte de un médico especialista en un área determinada.
- Educación remota de alumnos de las escuelas de enfermería y medicina.
- Servicios de archivo digital de exámenes radiológicos, ecografías y otros. [10]

Todo esto se traduce en una disminución de tiempos entre la toma de exámenes y la obtención de resultados, o entre la atención y el diagnóstico del especialista, el cual no debe viajar o el paciente no tiene que ir a examinarse, reduciendo costos de tiempo y dinero.

El auge de las telecomunicaciones y su implantación en la sociedad moderna hacen viable su uso en medicina, y se presentan como una solución idónea al problema citado, permitiendo una monitorización de pacientes de forma remota. [11]

Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) aplicadas al campo de la salud, pueden facilitar la provisión de servicios sanitarios y se consideran como uno de los principales factores de cambio en la sanidad actual. Estas tecnologías han seguido la siguiente evolución en la sanidad: [17]

- Años 70' -> Sistemas Financieros
- Años 80' -> Sistemas de Gestión y sistemas Clínicos
- Años 90' -> Redes Integradas de Servicios de Salud
- Siglo XXI -> Sistemas en Red (e-Salud)

La telemedicina puede ser tan simple como dos profesionales de la salud discutiendo un caso por teléfono hasta el uso de los enlaces satelitales, pasando por el intercambio de señales de video y las teleconferencias remotas para el trabajo en grupos, entre muchas otras aplicaciones. [7]. Se utiliza una avanzada tecnología en comunicaciones e informática para realizar consultas, diagnósticos y hasta cirugías a distancia y en tiempo real. [1]

Existen tres principios que forman la columna vertebral de la Telemedicina y que se deben tener siempre presentes:

Telemedicina es Medicina: atención médica hacia los ciudadanos cubriendo prevención, curación, rehabilitación y dejando de lado la tecnología.

Telemedicina es Servicio a la Sociedad: esto ensalza la importancia de la tecnología y sus adelantos para ponerla a disposición de la gente y lograr un equilibrio equitativo y eficaz en los servicios relacionados con la salud.

Telemedicina es práctica a distancia: esta es la principal cualidad. Hay que garantizar la seguridad y la calidad de la atención médica con las nuevas tecnologías, ya que los resultados pueden igualarse o superarse en comparación con la medicina clásica. [7]

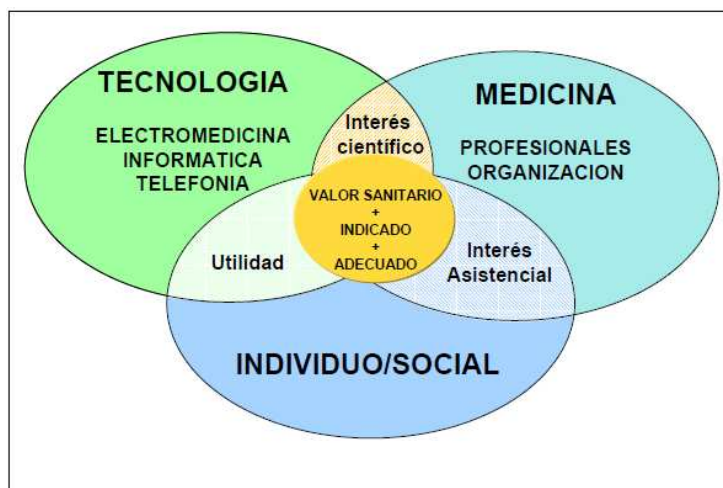


Figura 39 La Telemedicina como confluencia de distintos aspectos

En definitiva, la Telemedicina no es un elemento tecnológico, sino que responde a una nueva manera de hacer y organizar la provisión de servicios de la salud. La tecnología es una herramienta y como tal debe ser valorada, ya que no todo lo que es técnicamente posible, resulta necesario ó añade valor a la organización sanitaria. Hay que gestionar las tecnologías de la salud de un modo eficiente, introduciendo aquellas que respondan a las necesidades reales o a las carencias del sistema. [3].

La telemedicina ha nacido para cubrir los siguientes aspectos:

- Mejor salud en domicilio.
- Más atractivo y menos estresante.
- Flexibilidad en la sustitución de personal cualificado.
- No efectuarse el traslado de los profesionales médicos ni los pacientes.
- Menor tiempo de hospitalización.
- Se realiza el postoperatorio en domicilio.
- Formación continuada.

Para que los profesionales de la salud hagan un uso efectivo de la telemedicina, se deben encontrar cómodos en su trabajo, confiando en que se mantiene su capacidad de diagnóstico y de gestión de la enfermedad de sus pacientes, aunque no haya un contacto directo con ellos. Igualmente, los pacientes, los miembros familiares, y el resto de cuidadores, deben exigir unas mínimas habilidades necesarias, o recibir un entrenamiento adecuado en su uso. [8]

Con la Telemedicina se persigue proporcionar una asistencia de calidad sin que el aumento de accesibilidad de los servicios conlleve mayores costes, facilitando la reducción de ineficiencias. También se trata de integrar las áreas de ciencia, tecnología, territorio, economía y sociedad, y llevar a cabo la integración entre tecnología y estructura organizativa. Con ello, se pretende optimizar los beneficios de las aplicaciones telemáticas en salud. Todo ello se ha desarrollado gracias a la presión que han ejercido los consumidores y la demanda de los profesionales médicos. [17]

En la actual sociedad de la información los sistemas de telemedicina son una nueva forma de comunicación entre pacientes y profesionales de la salud, así como un medio cómodo, sencillo y rápido para gestionar todas las tareas relacionadas con la medicina o los centros sanitarios [17]. Los servicios de telemedicina se están aplicando en diferentes sistemas sanitarios y en diversos medios, como zonas rurales, áreas urbanas, áreas sanitarias, prisiones, cuidados a domicilio, emergencias, conflictos bélicos, etc. [3]

Las nuevas tecnologías no sólo se han extendido a las funciones relacionadas con la actividad médica, sino también a las funciones administrativas, financieras, de gestión, de planificación, y de relación con los pacientes [17]. Sirve como medio de almacenamiento digital. Los médicos podrán disponer de la información necesaria de forma rápida y eficiente. La información de cada paciente se va a mantener en fichas o registros digitales, lo que permite el manejo de grandes volúmenes de información en menor espacio físico. Su finalidad es mejorar la gestión del servicio, ya que se agilizan los procesos internos.

Para que los servicios de telemedicina fueran económicamente sostenibles, se debían integrar en una misma plataforma, sin ser servicios aislados, constituyendo una red multidisciplinar de profesionales de distintos ámbitos (primaria, especializada) que compartiera el cuidado de los pacientes, adaptándose a las necesidades de cada uno. [9].

La telemedicina no constituye el “fin” para solucionar un problema determinado, sino que es un “medio” para dar solución a un problema. Por consiguiente, es necesario utilizar criterios de inclusión de aplicaciones telemáticas para identificar las iniciativas en telemedicina que aporten valor añadido. Vamos a tomar los siguientes criterios de inclusión:

- la necesidad (análisis de la oferta y la demanda)
- la posibilidad (o adaptabilidad) del proyecto (diseño del protocolo asistencial)
- la disponibilidad de recursos humanos (selección y formación del personal)
- la disponibilidad de infraestructura (espacio requerido y equipamiento) [17]

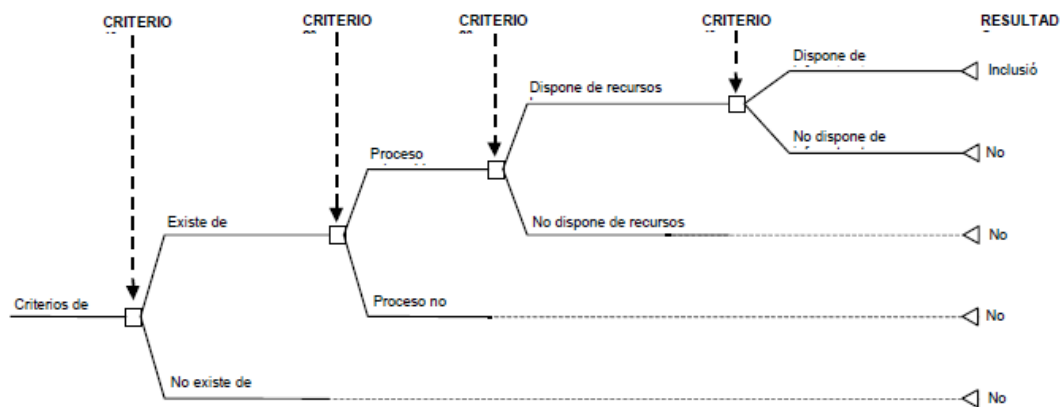


Figura 40 Criterios de inclusión de aplicaciones telemáticas

Vamos a realizar un análisis de cada uno de los criterios por separado.

- Criterio de la necesidad (análisis de la oferta y la demanda)

El análisis debe incluir un perfil de morbi-mortalidad de la población del área de la salud, unas características sociales y demográficas de dicho área donde se desarrollará la telemedicina, un análisis de la importancia de los problemas de salud que están relacionados con las especialidades médicas, una evolución del nivel de actividad asistencial de dichas especialidades (número de consultas, número de ingresos y número de traslados a otros hospitales), un inventario de recursos sanitarios y sociales tanto públicos como privados, y una descripción de los procesos asistenciales convencionales que hacen posible la actividad asistencial descrita anteriormente.[17]

- Criterio de la disponibilidad de recursos humanos (selección y formación del personal)

Se requiere que el personal tenga una capacidad organizativa y de coordinación, habilidad para las relaciones humanas y para transmitir conocimientos, capacidad para entender y utilizar un ordenador personal y otros materiales audiovisuales, y facilidad para manejar sistemas de información informatizados. [17]

- Criterio de la posibilidad (o adaptabilidad) del proyecto (diseño del protocolo asistencial)

Para diseñar el protocolo asistencial se debe describir el conjunto de actividades que lo forman, realizar una estimación de la duración de cada actividad, determinar la temporalidad de las actividades, decidir quienes son los responsables de realizar cada actividad y realizar un esquema de la estructura de trabajo. [17]

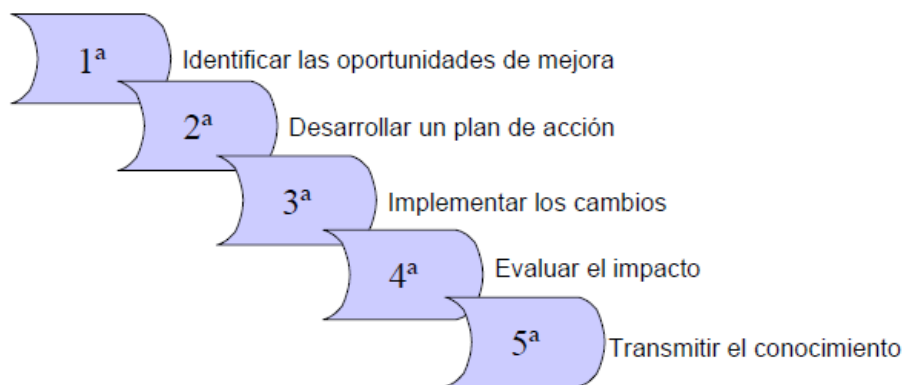


Figura 41 Etapas de la reingeniería de procesos.

Para el desarrollo de la telemedicina deben evaluarse tanto sus costes como su efectividad. Algunos de los costes que hay que tener en cuenta son los costes de adquisición de equipos, costes de software y consumibles, costes de promoción, de mantenimiento, de material fungible, de líneas RDSI (fijos y variables), coste por minuto de conexión, costes de personal sanitario y el coste de una consulta.

La telemedicina nos aporta unos resultados satisfactorios en cuanto la complacencia de los pacientes y los profesionales sanitarios, beneficios monetarios, mejor calidad de vida relacionada con la salud y beneficios en la educación. [17]

Para realizar la evaluación económica y el análisis presupuestario de la telemedicina, se maneja la tasa RICE (ratio incremental coste efectividad). [17]

$$\text{RICE} = \frac{\text{Coste medio Telemedicina} - \text{Coste medio modelo convencional}}{\text{Efect Media Telemedicina} - \text{Efect media modelo convencional}}$$

Figura 42 Ratio incremental coste efectividad (RICE)

Existen unas especificaciones para el sector sanitario local o insular, tales como la descripción del sistema sanitario, la disponibilidad de infraestructuras (email, fax, Internet, etc) y la frecuentación y el número de pacientes por cada especialidad.

Distintos autores utilizan la distinción entre telemedicina y telesalud ya que existe la diferencia entre las aplicaciones estrictamente clínicas y aquellas relacionadas con la formación, los servicios de información, etc.[9]

El término e-salud nacido en 1999, describe el uso combinado de la comunicación electrónica y las tecnologías de la información en el sector sanitario. Refleja el creciente uso de Internet en telemedicina y telesalud para la prestación de los servicios médicos. Algunos autores proponen usar dicho término para englobar telesalud y telemedicina.

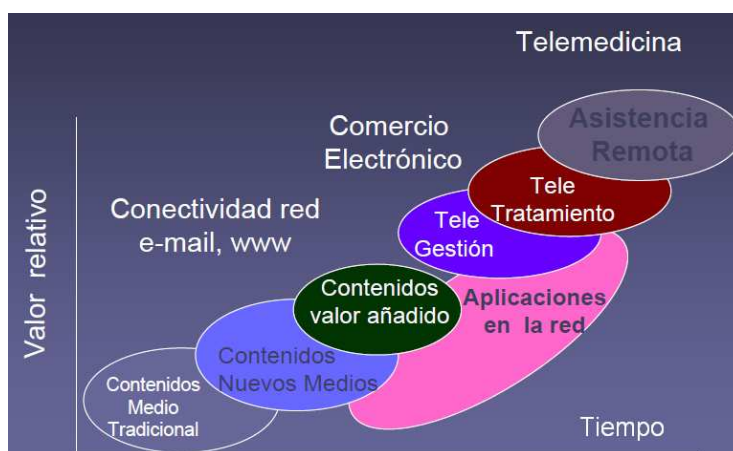


Figura 43 e-Salud

Los servicios de Telemedicina ó e-Salud incluyen aplicaciones asistenciales (Teleconsulta, Telediagnóstico, Telemonitorización), aplicaciones relacionadas con la administración y gestión de pacientes, y las de información y formación a distancia para usuarios y profesionales médicos. Más tarde, estudiaremos cada una de estas aplicaciones.

3.2.2 Beneficios claves de la telemedicina

Cada vez se aprecia en mayor medida las ventajas que aportan los sistemas de telemedicina en un entorno caracterizado por el aumento del número y la complejidad de las especialidades médicas, mayor disponibilidad y prestaciones de los ordenadores, precios más asequibles y mayor familiaridad de los médicos con las nuevas tecnologías.[11]

Gracias a la telemedicina surge un mayor aprovechamiento de las nuevas tecnologías de comunicaciones cuyo objetivo es la mejora de la calidad de la asistencia médica y la calidad de vida del paciente. Normalmente conlleva además una disminución de los costes de la atención sanitaria y un mejor aprovechamiento de los recursos médicos. También se resuelve el problema de los desplazamientos de ciertos grupos sociales desfavorecidos (ancianos y habitantes de medios rurales) realizándose el seguimiento de los pacientes desde lugares próximos a su vivienda. La solución propuesta satisface tanto a los usuarios médicos como a los pacientes. [11]

A continuación se van a citar algunos de los beneficios claves que nos aporta la telemedicina.

- Intercambio de registros de pacientes entre hospitales.
- Rápida disponibilidad de historiales médicos de pacientes con independencia del lugar donde se reciba la atención médica. La información se va a guardar siguiendo unas determinadas normas y estándares.
- Teleasistencia a pacientes que viven en regiones de difícil acceso o con dificultades de desplazamiento, físicas o económicas, y también para pacientes con movilidad reducida, ya sea por la edad, por alguna enfermedad o porque viven alejados de un centro médico.



Figura 44 Teleasistencia

- Seguimiento de pacientes en su domicilio. Una vez que el paciente ha sido dado de alta, se realiza un seguimiento continuo en su casa.
- Pacientes que han sufrido infartos, enfermos de Alzheimer, diabetes, con necesidad de un seguimiento oncológico, etc. Dichos pacientes, en muchas ocasiones, tienen que realizarse determinadas pruebas en el hospital. Sin embargo, con la Telemedicina, utilizando las redes de comunicación disponibles, se podrán efectuar algunas de estas pruebas, realizando un trabajo en tiempo real. Gracias a esto, se mejora la calidad de vida del paciente y disminuyen los costes tanto para el paciente como el hospital.

- Aumento de la calidad de vida del paciente. Según se indica en los dos puntos anteriores, la telemedicina conlleva un aumento de la calidad de vida de los pacientes desde un punto de vista económico y de su salud física y emocional.
- Colaboración y consulta entre especialistas en diferentes puntos. Gracias a las redes de ordenadores, los especialistas van a comunicarse entre sí desde lugares distantes, enviándose la documentación, imágenes y vídeos médicos requeridos.
- Aumenta la calidad de la información transmitida y disminuye el coste.
- Creación de videoconferencias útiles para que un especialista pueda guiar a otro en sus labores médicas.
- Reducción de costes. Disminución de los gastos económicos, tanto para el paciente como para la administración de los hospitales.

La telemedicina también proporciona muchos beneficios para los cuidados de pacientes con enfermedades crónicas, como por ejemplo, monitorizaciones más exhaustivas, atención de personas en lugares remotos evitando desplazamientos y mejorando su independencia. Llevar una gestión adecuada de esta enfermedad exige la disponibilidad de información relevante en el momento preciso y para la persona adecuada que tome las decisiones más convenientes.

3.2.3 Problemas prácticos planteados por la telemedicina.

Generalmente no existen soluciones globales que permiten la interconexión de todos los servicios que forman la organización sanitaria: Atención Primaria, Especializada, Farmacia hospitalaria, Laboratorio, Diagnóstico por imagen, etc. [21]

Dentro de la Atención Especializada, se ha destacado la deficiente conexión entre hospitales. Un ejemplo de ello fue lo que ocurrió en los atentados del 11M donde los familiares de heridos tuvieron que desplazarse de un hospital a otro para conseguir información de los pacientes afectados, ya que no se encontraban unificados los listados de los pacientes. Esto no hubiese ocurrido si los hospitales hubieran estado conectados por un sistema de información. [21]

En estos momentos, se está trabajando en informatizar los archivos clínicos para poder intercambiar información y expedientes médicos. Sin embargo, surgen algunos problemas por no compartir el mismo tipo de software, lo que produce que los respectivos sistemas de información no sean compatibles. Por ello, existe la necesidad de impulsar una serie de normas técnicas para que los servicios sanitarios desarrollen los sistemas adecuados para que la información sea compatible. [21]

Uno de los problemas más importantes que plantea la telemedicina es el de la confidencialidad de los expedientes médicos de los pacientes. Los expedientes se almacenan en grandes bases de datos y cualquier persona podrá acceder a ellos a través de Internet si no están protegidas adecuadamente. [23]

Otro de los problemas es la falta de credibilidad de parte de la información médica presente en Internet, ya que en Internet existe una enorme cantidad de información que puede conducir a la aparición de problemas indeseados. [23]

La conexión entre el sistema local e Internet debe ser controlado ya que mediante Internet podemos acceder a los expedientes médicos. Se tienen que instalar cortafuegos 'firewalls' en la conexión de Internet para permitir únicamente que los usuarios autorizados accedan a los documentos. [23]

Otro método de seguridad es el cifrado de los datos. De este modo, únicamente podrá decodificar los datos quien disponga del código de cifrado utilizado. [23]

3.2.4 Aplicaciones de Telemedicina

Las aplicaciones de telemedicina se pueden dividir entre las que no implican contacto con el paciente (telepatología, teleradiología) y las que sí, que estas últimas quedan repartidas entre las basadas en consultas y hospitales, y la telemedicina domiciliaria. Las aplicaciones que se basan en consultas y hospitales son aquellas en las que el paciente está en un centro médico y el profesional médico se encuentra en otro centro distante. [9]

La telemedicina cuenta con las siguientes modalidades que incluyen casi todas las especialidades médicas:

- Teleconsulta, consulta remota a personal de la salud a través de sistemas de telecomunicaciones.
- Trabajo cooperativo, se establece una conexión en red de profesionales médicos que comparten recursos de conocimiento, bases de datos, e información para ayuda en la toma de decisiones.
- Telepresencia, un profesional sanitario asiste a un paciente de forma remota, por ejemplo, telediagnóstico mediante sistemas de videoconferencia en tiempo real.
- Telemonitorización, vigilancia remota de parámetros fisiológicos y biométricos de un paciente, por ejemplo la telemonitorización fetal de embarazadas con alto riesgo.
- Teleasistencia, ofrece una asistencia domiciliaria para facilitar las labores médicas a las personas ancianas y pacientes con enfermedades crónicas. También existe telealarmas como detectores de inundación, presencia, agua, gas, etc.
- Telediagnóstico, diagnóstico resultante para aquellos pacientes que no pueden acceder a una consulta física.
- Telecuidado, Teleatención, cuidado de pacientes en su domicilio asistido por enfermeras remotas utilizando equipos de videoconferencia. También se utiliza con fines educativos.
- Telemetría, Telemedida, permite la monitorización de signos vitales: electrocardiograma, presión arterial, temperatura, pulso, oximetría, espirometría y exámenes de laboratorio mediante punción digital.

- Teleeducación, existen muchas aplicaciones de educación remota en tiempo real o diferido. Permite realizar capacitación a distancia, educación continuada, apoyo a estudiantes en práctica, campañas de prevención, enseñanza de procedimientos mediante técnicas interactivos o de módulos de realidad virtual, evaluación y posibilidad de retroalimentación entre docente y alumnos, acreditación y recertificación.
- Teleadministración, administración de procesos tales como control de citas, revisiones, referencias, facturación, control de cartera, inventarios, planeación estratégica y orientación al usuario, para dar un servicio de mejor calidad.
- Teleterapia, realizar tratamiento y consulta de pacientes por medio de sistemas de videoconferencia, para las aplicaciones de Telepsiquiatría, Telefisioterapia, Teleoncología, Teleprescripción.
- Telefarmacia, se realizan procesos de prescripción, dispensación, facturación y seguimiento de formulas elaboradas para los pacientes, mediante diversos sistemas de comunicación.
- Telerradiología, es una de las especialidades más utilizadas. Es usada para enviar imágenes y posteriormente realizar su diagnóstico. El radiólogo no tiene contacto directo con el paciente. Existen modalidades digitales que facilitan el proceso de captura de información. Las especialidades radiológicas más usadas son Radiología, Escanografía, Resonancia Magnética, Medicina Nuclear, etc. Cada vez existen más hospitales, clínicas, y médicos que utilizan la telerradiología.
- Telepatología, se trabaja a partir de imágenes digitales o de video, obtenidas mediante el microscopio.
- Telecardiología, realizar procedimientos a distancia y transmitir sus datos. Como por ejemplo, electrocardiograma, ecocardiograma, angiografía, etc.
- TeleORL, Teleendoscopia, realización de exámenes médicos con fines diagnósticos o educativos, a través de sistemas de endoscopia de fibra óptica, conectados a un sistema de videoconferencia o de digitalización de imágenes de video.
- Teledermatología, el dermatólogo usa mecanismos de videoconferencia para ver al paciente en tiempo real y con la posibilidad de recepción de fotografías digitales.
- Teleoftalmología, se puede realizar a través de sistemas de oftalmoscopios conectados a un sistema de videoconferencia o de digitalización de imágenes de video.
- Telecirugía, cirugía asistida por sistemas robotizados que dan mayor seguridad al acto quirúrgico, como la cirugía de corrección de vicios de refracción ocular, la miopía. [19]

Las aplicaciones más utilizadas son las que operan fundamentalmente con la imagen, por ejemplo, la teleradiología, la teledermatología y la telepsiquiatría en la que también se intercambian trabajos en video. [24]



Figura 45 Mapa de Tecnologías Biomédicas

Según muestra las necesidades de los pacientes, el coste y la prevalencia en España, existen algunas enfermedades crónicas en las que son más eficientes las soluciones de telemedicina, tales como la diabetes, la insuficiencia respiratoria y las enfermedades respiratorias crónicas. La diabetes ha sido uno de los campos en el que más se ha estudiado las soluciones de telemedicina para lograr un manejo efectivo de los pacientes.

3.3 Historia de la telemedicina

Las primeras experiencias con telemedicina surgieron con la aparición de la telegrafía, el teléfono y la radio a finales del siglo XIX. Mediante la radio, primeramente mediante código Morse y más tarde con voz, se produjeron algunas de las primeras experiencias, proporcionando ayuda médica a embarcaciones en alta mar. En la Primera Guerra Mundial las comunicaciones de radio se utilizaron considerablemente para asistencia médica de heridos. A mediados del siglo XX, con el auge del transporte aéreo a larga distancia, surgió la necesidad de ofrecer apoyo médico, a través de un enlace de radio, a los tripulantes de estos vuelos.

A continuación se expone la cronología de los hitos más importantes de la Telemedicina a nivel mundial.

Desde la invención del teléfono existen los diagnósticos médicos a distancia. Por ejemplo, en los años 60 se consiguió transmitir electrocardiogramas desde barcos. Actualmente el concepto de la telemedicina está muy relacionado con la globalización de las comunicaciones e Internet, contando con diverso equipamiento médico y experiencias satisfactorias en la realización de diagnóstico remoto. [1]

Desde la introducción del teléfono, éste se comenzó a utilizar con fines de asistencia médica. [11] Los hitos más importantes de la historia de telemedicina son los siguientes:

- 1876. Alexander Graham Bell con su colaborador Thomas Watson finalmente transmitió exitosamente la primera llamada telefónica (dentro del mismo edificio). [18]
- 1910 S.G. Brown propuso el tele-estetoscopio, que era un aparato que servía para enviar por la línea telefónica las señales amplificadas procedentes de un estetoscopio.



Figura 46 Teléfono Graham Bell

- 1924. Aparece en la revista Radio News, un artículo titulado “Doctor por Radio”, que describe el esquema de la circuitería necesaria para lograrlo. [1]. Sin embargo, queda documentado que no fue hasta 1995 cuando tuvo lugar la primera visita médica virtual a domicilio. [17]



Figura 47 Portada de la revista Radio News.

- 1948. Se inició un proyecto basado en la transmisión de imágenes radiológicas entre dos puntos de Pensilvania (USA) distantes 38 km. Fue en 1950 cuando surgió la primera experiencia documentada de telemedicina.
- 1951. Primera demostración de Telemedicina en la Feria Mundial de Nueva York, que abarca varios de los estados de Estados Unidos, usando líneas dedicadas y estudios de televisión. [11]
- 1955. El Dr. Albert Jutras realiza teleradiología en el Hospital Jean-Talon (Montreal) para evitar las altas dosis de radiación que incidían en las fluoroscopias, haciéndose uso de un interfono convencional. [11]



Figura 48 Teleradiología

- 1959. Cecill Wittson empieza unos cursos de teleeducación y de telepsiquiatría en el Instituto Psiquiátrico de Nebraska. La Universidad de Nebraska usó un enlace de televisión para transmitir exámenes neurológicos a los estudiantes a lo largo de su campus. Posteriormente, dicha tecnología fue usada en terapia de grupo, donde se trató a ocho grupos de cuatro o cinco pacientes, y en el enlace con el hospital de Norfolk en Virginia, que se encontraba a 180 kilómetros del Instituto de Nebraska. Con ello se demostraron los beneficios de la telemedicina, ya que se obtuvieron unos resultados semejantes a los que se alcanzaban con los pacientes que asistían a sesiones presenciales. [9] [17]

A partir de este momento, se empezó a utilizar la transmisión de imágenes de video bidireccional que se fue extendiendo a otras aplicaciones como fue la terapia de grupo, donde se verificó que los resultados obtenidos eran similares a los de los pacientes que asistieron a terapias presenciales. [9]

Según el libro de Field, la primera experiencia documentada de telemetría apareció en 1961 en la revista *Anesthesiology*. [17]

A partir de 1960, la Administración Nacional del Espacio y la Aeronáutica (NASA) y el Servicio de Salud Pública de Estados Unidos comenzaron a proporcionar cuidados médicos en zonas remotas en la reserva india de Papago en Arizona mediante personal paramédico y el uso de habitáculos móviles con rayos-X y ECG conectados por satélite. [11]

La NASA ha mostrado siempre mucho interés en la telemedicina desde las primeras misiones tripuladas al espacio, seguido del desarrollo de técnicas como la supervisión remota de señales, fisiología humana y su adaptación a entornos de baja gravedad, sistemas de soporte vital, etc. [11]

- 1965. Se ensayó por primera vez la transmisión de electrocardiogramas entre un barco y un puesto en la costa. [9]
- 1967. Se establece una conexión por microondas entre el Aeropuerto de Boston y el Hospital General de Massachusetts para atender urgencias en el aeropuerto. [11]
- 1971. Comienzo de la era de los satélites. El ATS fue lanzado en 1966, con el objetivo de mejorar las prestaciones de una comunidad de nativos de Alaska. [1]
- 1972. Inicio del proyecto STARPAHC, programa de asistencia médica para nativos de Papago (Arizona). Para su desarrollo, se utilizó una furgoneta equipada con un electrocardiógrafo y un aparato de rayos X, y la ayuda de dos profesionales médicos que proporcionaban determinados servicios a la población en conexión, a través de un enlace de microondas, con médicos especialistas. Por tanto, en dicho proyecto se realizó tanto electrocardiografía como radiología, y además se transmitió por medio de microondas. A partir de este momento y hasta nuestros días, la NASA ha financiado diversos proyectos de telemedicina. [9][1]
- 1975. Finaliza el programa STARPAHC, que fue adaptado de un programa de atención médica para astronautas por la compañía Lockheed. [1]

En los años 70 también empezó a desarrollarse la telemedicina en el domicilio, casi 20 años después del primer piloto en teleradiología. Se trata de experiencias de telemonitorización, tanto de ritmo cardiaco como de electroencefalograma, con una transmisión sobre líneas telefónicas convencionales. En los años 80 recibió un fuerte desarrollo con la evolución de la electrónica y la aparición de los primeros ordenadores personales. [9]

- 1986. La Clínica Mayo inicia un programa transmitido por satélite bidireccional entre los campus de Mayo en Ronchester (Minnesota), Scottsdale (Arizona) y el de Jacksonville (Florida), para ayudar a médicos ubicados en clínicas remotas. [11]

- 1988. La NASA lanza el programa “Space Bridge” para colaborar con Armenia y Ufa (en esa fecha pertenecientes a la unión soviética), siendo Armenia devastada por un terremoto. Las conexiones se hicieron usando vídeo en una dirección y voz y fax bidireccionales entre el Centro Médico de Yerevan (Armenia) y cuatro Hospitales en Estados Unidos, extendiéndose posteriormente el programa a Ufa, para socorrer a los quemados en un terrible accidente de tren. [1]
- 1989. La Universidad Técnica de Ciencias en la Salud en Texas, a través del proyecto MedNet, proporciona ayuda médica a 37 comunidades rurales. [11]

A partir de los años 80, las experiencias de telemedicina tienden a ser más comunes, y es en los años 90 cuando se produce un magnífico desarrollo gracias al crecimiento de las nuevas redes de telecomunicaciones junto con la aparición de Internet y de sistemas más compactos, robustos y de menor consumo. Fue entonces, a partir de estos años cuando se materializó el verdadero crecimiento y desarrollo de la telemedicina, surgiendo aplicaciones para las especialidades de radiología, dermatología, cardiología, etc. Además, comienzan a integrarse los centros de investigación, las universidades y los grandes hospitales para propulsar el avance de la Telemedicina. [11][9].

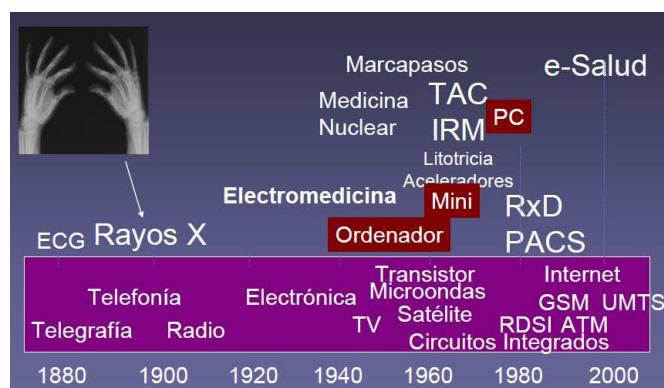


Figura 49 Evolución de la Telemedicina

En el campo de la teleradiología, las técnicas de diagnóstico por imagen y la disponibilidad de imágenes radiológicas digitales han favorecido el avance de la telemedicina en este campo.

- 1991. Cátedra UNESCO de Telemedicina, CATAI. Primera cuantificación de ADN a distancia en el mundo, aplicado al análisis de imagen de factores pronósticos en el cáncer de mama. [1]
- 1995. La Clínica Mayo pone en marcha una conexión permanente con el Hospital Real de Ammán en Jordania, en el que se realizaban consultas diarias entre un médico Hachemita con otros de Estados Unidos. Se realizaba como una sesión clínica, en la que el médico jordano presentaba a los pacientes. Los médicos americanos pedían al médico jordano que preguntara a los pacientes por sus dolencias. Se hacían interpretaciones de radiografías o de problemas dermatológicos. [1]

Para hacerse una idea del número de consultas médicas que se realizaban a distancia, nos remitimos al año 1997 con una cifra de 41740 teleconsultas, según indica la revista Telemedicine Today.

En el Siglo XXI, la Telemedicina comienza a ser parte de un buen número de proyectos de investigación, sobre todo en países avanzados. Se van incorporando las aplicaciones de Telemedicina en la práctica médica habitual. Hay que considerar los tiempos de adaptación y capacitación de los profesionales médicos y los pacientes. Una de las aplicaciones que más se lleva a cabo son las interconsultas, seguido de las aplicaciones de telemetría y telediagnóstico. La evolución de la Telemedicina sigue el ritmo de crecimiento de la tecnología. [11]

- 2001. Un doctor en New York elimina la vesícula enferma de un paciente en Estraburgo (Francia), por medio de un brazo robot. [1]

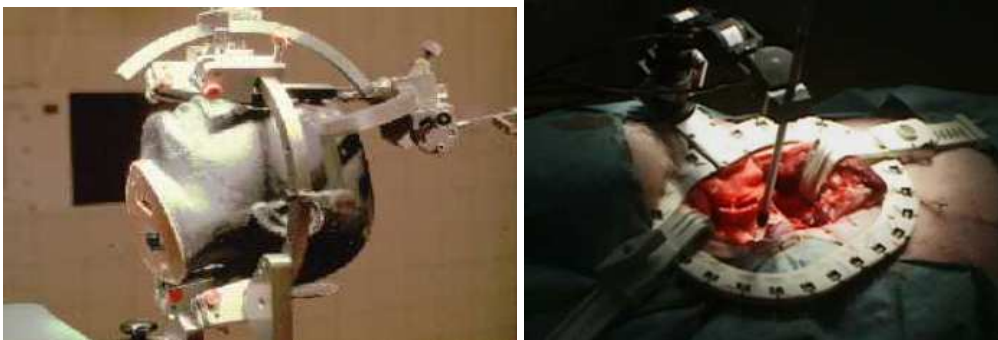


Figura 50 Cirugía asistida por robot

Se comprueba el interés y el avance de la telemedicina en los últimos años gracias al número elevado de publicaciones de investigación sobre este tema.

En el año 1974 aparecen las primeras publicaciones sobre Telemedicina. Entre los años 1975 y 1977 aparecen 15 publicaciones, entre 1978 y 1989 se presentan una media de 7 a 9 artículos cada tres años, entre 1990 y 1992 tenemos 58 artículos, entre 1993 y 1995 tenemos 548, entre 1996 y 1998 se asciende a 1.896, entre 1999 y 2001 encontramos 2.300 publicaciones y entre el año 2002 y mediados de 2003 se han publicado 772 artículos. [11]

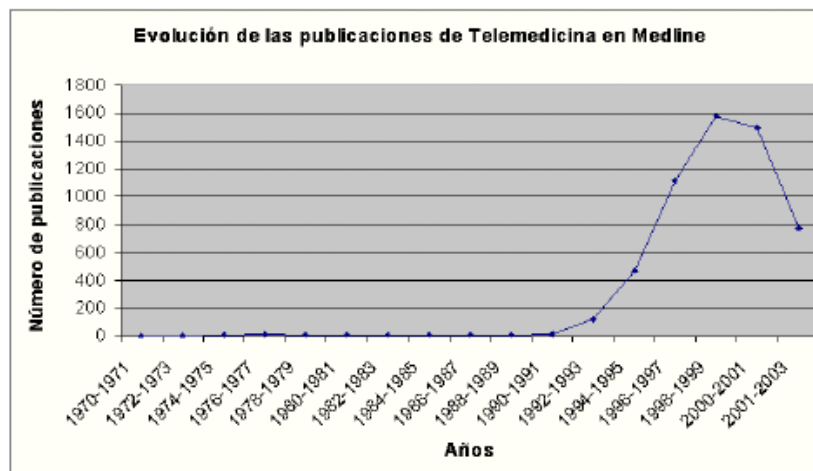


Figura 51 Evolución de las publicaciones de telemedicina en MedLine (Librería Nacional de Medicina)

En España, se publican diversos artículos en los congresos anuales de la Sociedad Española de Bioingeniería. En 1995 aparecía una única sesión de telemedicina con 7 comunicaciones, en 1997 hay una sesión también con 7 comunicaciones, en 1998 hay 2 sesiones con un total de 14 comunicaciones y 14 carteles, en 1999 tenemos 19 comunicaciones y 22 carteles y en 2002 hay 3 sesiones con un total de 29 comunicaciones. [11]

Desde finales de los años 90 hasta hoy mismo, es necesario demostrar que la telemedicina es sostenible, eficiente y coste-efectiva en la prestación de servicios.

Existen muy pocos datos científicos que pongan de manifiesto los beneficios que aporta la telemedicina, ya que los estudios publicados tienen graves problemas metodológicos y escaso valor estadístico para poder demostrar las ventajas de la telemedicina.

Hersh en 2001 hace una revisión de los resultados clínicos de las distintas experiencias de telemedicina. Identifica 450 programas que muy pocos de ellos han logrado demostrar los beneficios de la telemedicina. En enfermedades crónicas usando telemedicina domiciliaria, su evidencia es más robusta. Referido al diagnóstico de pacientes, se han encontrado pocos estudios que aseguren su eficacia, y en lo que respecta a la telemedicina domiciliaria, no se realiza una evaluación en los proyectos ya que suelen estar orientados al seguimiento. [9]

Roine en 2001 hizo una revisión de los estudios que realizaban una comparativa entre aplicaciones de telemedicina y de cuidado convencional. Sus conclusiones fueron similares, apenas se cumplían los criterios mencionados (cambios administrativos, evolución pacientes,...), siendo una evidencia más fuerte en teleneurología, teleradiología, telepsiquiatría, transmisión de imágenes de ecografía y las consultas internas utilizando el correo electrónico y la videoconferencia. [9]

Refiriéndonos a las consultas remotas entre proveedor y paciente usando vídeo interactivo en tiempo real, se afirma que la teleconsulta es aceptable aunque la calidad metodológica (mal diseño, tamaños de muestras pequeños) no es muy buena para afirmar esto. [9]

Según Hakansson 2000 no se puede hablar de coste-efectividad de la telemedicina en general, sino de cada aplicación en particular. La aparición de nuevas tecnologías supone un mayor coste y genera otros beneficios, aunque un servicio puede ser coste-efectivo para un personal pero no para otro. De acuerdo con esto, las valoraciones de los servicios de telemedicina se deban realizar a nivel general. [9]

3.4 Tecnologías utilizadas en los sistemas de telemedicina

Para que un sistema de telemedicina cumpla con un funcionamiento correcto, debe proveer de los siguientes elementos:

- 1) Equipos capaces de comunicarse (preferiblemente videoconferencia).
- 2) Medio de comunicación (satelital, Internet, etc.).
- 3) El hospital o clínica de referencia que debe gestionar los recursos necesarios (infraestructura, tiempo y especialistas) para prestar los servicios médicos. [22]

A continuación vamos a describir cada uno de los anteriores elementos que son necesarios para establecer un sistema de Telemedicina.

1) Equipos de comunicación

A continuación se hace un listado del equipamiento genérico tanto en el lado del paciente como en el del profesional médico. Estos varían en función de los requisitos de la aplicación y han ido evolucionando según avanza la tecnología en nuestros días.

En general se utilizan ordenadores personales; terminales telefónicos; sistemas de adquisición de datos analógicos y estaciones de videoconferencia.

Además, hay que considerar equipos periféricos tales como cámaras digitales; digitalizadores de documentos y pantallas de alta resolución.

Un grupo de equipos con un gran crecimiento actual lo constituyen todos los equipos de informática móvil, incluyendo las agendas PDA, los sistemas de conexión inalámbrica y la telefonía móvil.

- Utilización de la red telefónica y un módem para el envío de información biomédica. Teléfono convencional, fax, videoteléfono, audioconferencia, audiográficos y radiocomunicación inalámbrica.



Figura 52 Videoteléfono y Audiográfico

- Televisión para realizar Teleconferencia.
- Tecnologías como RDSI y ADSL con voz y vídeo en tiempo real, para desarrollar videoconferencias. La videoconferencia suele ser el dispositivo tecnológico más utilizado por las empresas dedicadas a la telemedicina, proporcionando un sistema de comunicación entre el médico y el paciente. Centrado en ofrecer cuidados y apoyo a distancia.
- PC y robot para realizar Telecirugía.
- Teléfono móvil, que permite llevar la telemedicina a espacios donde antes era imposible (ambulancias o centros médicos móviles), a lugares donde es imposible disponer de un enlace físico, o a países que no disponen de una red de comunicaciones por cable.
- Estaciones de trabajo multimedia con capacidades para tele-medicina y tele-diagnósticos. [18].
- Ordenadores portátiles
- Enlaces de cobre, microondas, fibra óptica, satelitales, etc, que permite la comunicación entre los PCs.
- Software para compresión y transmisión de datos.

Se pueden requerir dos o tres flujos de video simultáneos. Dos flujos de baja velocidad para videoconferencia, y uno opcional de alta velocidad para videodiagnóstico.

Para videoconferencia lo más conveniente son las normas H.261 (64 Kb/s a 1.92 Mb/s), H.263 (15 Kb/s a 34 Kb/s) o MPEG-1 (1.2 – 2 Mb/s). [2]

Para el video se requieren dos o tres flujos simultáneos de audio. Dos de baja velocidad para teleconferencia y uno de alta velocidad para audiodiagnóstico, tal como un estetoscopio electrónico o sistemas doppler de ultrasonido. [2]

Los equipos de Telemedicina pueden realizar:

- Videoconferencia en tiempo real.
- Exploraciones visuales: exploraciones generales, tele-oftalmología, tele-otorrinolaringología, tele-dermatología, endoscopias, etc.
- Diagnóstico por imagen (con imágenes fijas o dinámicas) realizadas de modo digital o analógico: radiología convencional, ultrasonografía (ecografía abdominal, ecocardiografía), tomografía axial computadorizada, resonancia magnética nuclear, y el resto de pruebas de imagen. Posteriormente, las imágenes serán enviadas al Hospital de Referencia más cercano.



Figura 53 Diagnóstico por imagen

- Telemetría de signos vitales. Se transmite o se reciben electrocardiogramas de 12 derivaciones en tiempo real, frecuencia cardíaca, tensión arterial no invasiva, saturación periférica de oxígeno y temperatura.

Gracias al gran desarrollo de las telecomunicaciones con la posibilidad de comprimir grandes archivos de software específicos, se consigue la transmisión de sonido y video en tiempo real, lográndose diseñar equipos especializados en telemedicina que facilitan la comunicación entre el paciente y el médico. Dichos equipos utilizan las líneas telefónicas o bandas de ancho pequeñas para alcanzar una transmisión apropiada. A continuación, vamos a realizar un pequeño estudio de algunos de los equipos médicos y de sus posibles aplicaciones.

Existe una variedad de equipos comerciales que son diseñados para su integración en sistemas de videoconferencia. Estos equipos permiten la captación de imágenes y de parámetros biológicos en los pacientes.

Entre ellos se encuentran electrocardiógrafos, esfigmomanómetros, estetoscopios, otoscopios, dermoscopios, endoscopios, y oftalmoscopios, que se conectan al equipo estándar de videoconferencia, y que se especifican a continuación. [21]

Estetoscopios electrónicos

Permiten transmitir los sonidos del corazón y el pulmón en tiempo real. Un médico especialista evalúa los antecedentes de dicho paciente en el otro extremo de la comunicación, y todos los datos lo almacena en una base de datos. Gracias al estetoscopio se pueden realizar diagnósticos de neumonías, derrame, soplos cardíacos, etc.

Cámara dermatoscópica

Envía imágenes de alta definición a los dermatólogos para realizar una evaluación a distancia.

Electrocardiógrafo

Se puede conectar a la unidad de diagnóstico de telemedicina a través de la red. La recepción se realiza en el mismo instante y puede almacenarse en el ordenador central para ser interpretado en otro instante.

Otoscopio y Dentaloscopio

Se pueden realizar diagnósticos de precisión a distancia, al igual que el dermatoscopio.

Esfigmomanómetro

Es capaz de transmitir la información de la presión arterial en formato electrónico. [20]

Además existen otros sistemas basados en sensores, tales como monitores de glucosa para diabéticos o de movilidad o de posición para personas mayores. También, se desarrollan dispositivos para monitorizar las señales biomédicas (ECG, pulxioximetría, glucosa, etc.) que permiten una monitorización constante de dichos parámetros sin influir en la vida diaria del paciente. [21]

En las siguientes tablas, aparecen especificados algunos de los equipos médicos clasificados según las aplicaciones de telemedicina, y las aplicaciones según su ámbito de utilización.

PFC – María de Lozoya

Aplicaciones / Equipos	Video-conferencia	Cámara Digital Cámara Analógica	Digitalizador RX, Frame Grabber, DICOM	Periféricos de laboratorio	EEG ECG ED Signos Vitales	Derma- toscopio	Oftal- moscopio	Objetivos ORL	Teléfono RTPC o Móvil (voz)	TV Tele- conferencia	Internet
Evaluación Inicial del estado de urgencia y transferencia (triage)	X	X	X	X	X				X		
Tratamiento médico y post-quirúrgico	X	X		X	X				X		X
Consulta primaria a pacientes remotos	X					X			X		X
Consulta de rutina o de segunda opinión	X			X					X		X
Transmisión de imágenes diagnósticas		X	X			X	X	X			
Control de diagnósticos ampliados	X								X		
Manejo de enfermedades crónicas	X			X	X				X		X
Transmisión de datos médicos				X	X						
Salud pública, medicina preventiva y educación al paciente	X								X	X	X
Educación y actualización de profesionales de la salud	X									X	X

Tabla 7 Equipos por Aplicaciones de telemedicina. [19]

Aplicaciones / Ámbito	Rurales	Urbanas	Emergencias y Desastres	Fronterizas	Tratamiento de patologías específicas	Segunda opinión	Atención especializada en salud	Remisión de pacientes
Evaluación Inicial del estado de urgencia y transferencia (triage)	X	X	X		X			X
Tratamiento médico y post- quirúrgico	X	X			X	X	X	
Consulta primaria a pacientes remotos	X	X		X	X		X	X
Consulta de rutina o de segunda opinión	X	X		X	X	X	X	X
Transmisión de imágenes diagnósticas	X	X		X	X	X	X	X
Control de diagnósticos ampliados	X	X			X			
Manejo de enfermedades crónicas	X	X			X		X	
Transmisión de datos médicos	X	X	X	X			X	X
Salud pública, medicina preventiva y educación al paciente	X	X		X	X			
Educación y actualización	X	X		X	X			X

Tabla 8 Aplicaciones de la telemedicina según su ámbito de utilización. [19]

Existen diversos dispositivos electrónicos portátiles que se podrían utilizar en las unidades móviles (ambulancias) y/o utilizar en lugares alejados de los grandes centros médicos (centros de asistencia rurales) para el soporte de:

- Tele-diagnóstico
- Asistencia médica a distancia
- Tele-consulta

2) Medio de comunicación

Los tipos de infraestructuras de comunicación utilizados varían en función de la disponibilidad de acceso a los mismos y de los requisitos de la aplicación, ancho de banda, cobertura, calidad de servicio, interoperabilidad y costes.

Los sistemas de comunicación empleados incluyen las red públicas de telefonía básica (RTB), la tecnología RDSI (Red Digital de Servicios Integrados), el sistema ADSL (Asynchronous Digital Subscriber Line), la telefonía móvil con sistemas de redes GPRS (General Packet Radio System) y UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), las redes de fibra óptica, las redes de Satélites, los diferentes tipos de redes informáticas, las redes inalámbricas, incluyendo las redes personales que usan sistemas inalámbricos de corto alcance tipo Bluetooth, etc. [21]

3) Hospital o clínica de referencia

Lugar donde se debe gestionar los recursos necesarios (infraestructura, tiempo y especialistas) para prestar los servicios médicos. [22]

Para que funcione la telemedicina en un hospital, este debe contar con una infraestructura adecuada. Si el hospital se encuentra en un lugar remoto donde no existe líneas de comunicación terrestres, entonces se tendrá que efectuar una comunicación vía satélite.

Tras disponer de la red adecuada, pudiendo ser mediante líneas RDSI o ADSL, los hospitales contarán con unos equipos de videoconferencia, un sistema informático, router para comunicarse con el exterior, etc.

Una de las principales ventajas de un sistema de telemedicina, es la realización de diagnósticos médicos en tiempo real, adaptándose a las circunstancias del centro médico remoto donde se encuentra el paciente.

3.5 Funcionamiento del sistema.

Un sistema se describe como “un conjunto de elementos relacionados entre sí actuando en un determinado entorno con el fin de alcanzar unos objetivos comunes y con capacidad de autocontrol”. [9]

Se define un sistema de telemedicina como un sistema complementario para las actividades médicas. Los elementos que lo componen son las personas y el sistema de información empleado. Un sistema de telemedicina es capaz de transmitir audio, video, imágenes y documentos gracias a los sistemas de telecomunicaciones. El objetivo de nuestro sistema es la prestación de una atención sanitaria. [1] [9]

Para que un conjunto de servicios de telemedicina sea exitoso, debe estar integrado perfectamente en el sistema sanitario y social donde opere. [9]

Los requerimientos técnicos de un sistema de Telemedicina son los siguientes:

- Tipo de información que queremos enviar: audio, datos, imágenes estáticas y móviles.
- Tipo de redes de comunicación.
- Tipo de señales: analógicas, digitales.
- Tipo de comunicación: sincrónica, asincrónica o interactiva. [25]

3.5.1 Elementos de un sistema de Telemedicina

A continuación se describe como opera un sistema de telemedicina:

Un centro de atención médica de menor tamaño que un hospital, necesita operar de modo similar a un hospital, sin embargo presenta una carencia de médicos especialistas en determinadas áreas. Por este motivo, será necesario que dicho centro sea apoyado por uno de mayor magnitud que disponga de especialistas y la capacidad de poder atender a los pacientes de forma remota. Dicho funcionamiento implica grandes beneficios que se ve reflejado tanto en los pacientes, con un ahorro de tiempo y dinero, como en los centros de salud donde se mejorará la gestión. [1]

Actualmente existe en el mercado varias empresas que se dedican al desarrollo e implantación de servicios de telemedicina, mediante la creación de nuevos productos o equipos tecnológicos, estando algunas empresas dedicadas íntegramente a las labores de telemedicina.

Una arquitectura modular es aquella que está compuesta por distintos módulos. Se denomina arquitectura distribuida a aquella en la que se instalan distintos módulos en varios puntos de la red. Una arquitectura abierta permite la comunicación de los módulos entre sí con la posibilidad de ampliación de nuevos módulos. Una arquitectura interoperable se adapta a las características de las redes y de las bases de datos.

Una arquitectura modular, distribuida, abierta e interoperable es una buena opción para un sistema sanitario que comprenda las distintas entidades que colaboran en una misma instalación de un hospital, cooperando para un fin único.

Para conseguir una arquitectura modular, distribuida y abierta es necesario definir el protocolo tcp/ip como mecanismo de intercomunicación entre módulos. Se elige este debido a su gran implementación, bajos costes y la sencillez de uso. Un sistema interoperable está basado en estándares que facilitan la comunicación entre los módulos del sistema.

A continuación se detalla cada uno de los elementos por los que está constituido un sistema de telemedicina. Una vez identificados los terminales, se determinan las características apropiadas para la red y los componentes óptimos del servidor.

- Terminales de usuario de Telemedicina: equipos utilizados por los usuarios finales y que permiten el acceso a los distintos servicios del sistema.

En la telemedicina domiciliaria, los pacientes dispondrán de un terminal de telemedicina estándar para acceder al sistema y un teléfono para poderse comunicar con el hospital y para la resolución de problemas. El terminal está basado en web por la facilidad de instalación y mantenimiento, sencillez de uso, seguridad y modularidad. Esta es una aplicación con posibilidad de uso en terminales que dispongan de navegador web.

La comunicación con el hospital se puede llevar a cabo tanto en modo síncrono, a través del teléfono o de videoconferencia, como en modo asíncrono por mensajería de voz (teléfono) y de texto (correo electrónico).

- Red de Telemedicina: Infraestructura para conectar los terminales con el servidor y los módulos que componen el servidor entre sí.

Se puede emplear una red privada dedicada o una red pública Internet utilizando el protocolo tcp/ip. La red Internet permite el uso distribuido óptimo del sistema de telemedicina.

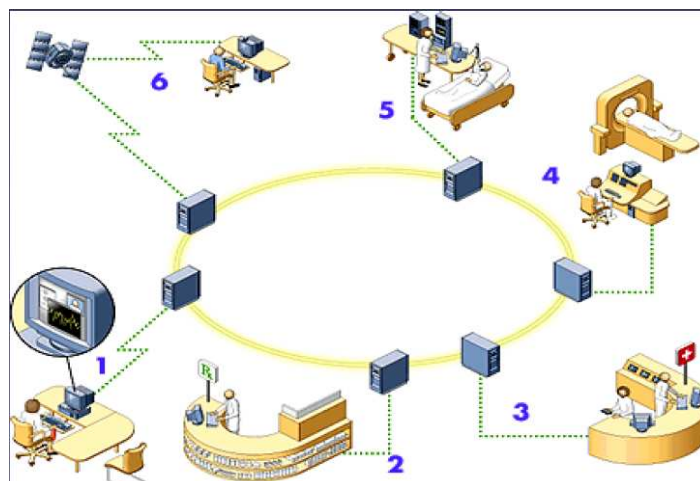


Figura 54 Trabajando en red

- Servidor de Telemedicina: Parte central del sistema. Compuesto por distintos módulos que operen entre sí para lograr un adecuado funcionamiento.

El servidor de Telemedicina funciona como una base de datos compatible con el estándar ODBC y que admite el protocolo tcp/ip. En el servidor será donde se guarde la historia clínica electrónica del paciente.

Existe la norma EHCR que se basa en un conjunto de normas para la representación y comunicación de la historia clínica, de modo que sea interoperable. Dicha norma requiere de una arquitectura muy compleja, por lo que su uso nos es muy recomendable.

El servidor de Telemedicina está formado por tres bloques:

- Servicios relacionados con la Historia Clínica Electrónica. El estándar EN 13606 propone una historia clínica comunicable versátil.
- Interoperabilidad de dispositivos de telemonitorización: Componentes middleware para la integración de dispositivos de telemonitorización de manera genérica en aplicaciones de telemedicina.
- Servicios middleware en trabajo cooperativo: Herramientas para facilitar el trabajo cooperativo de profesionales de distintos campos y niveles asistenciales.

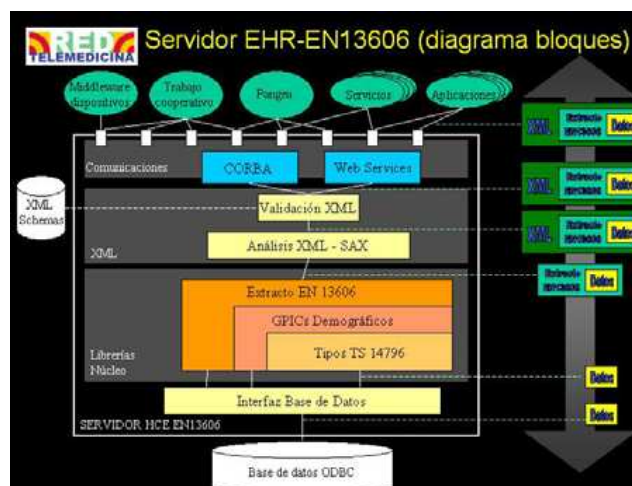


Figura 55 Componentes de la plataforma genérica para el desarrollo de Sistemas de e-salud.

3.5.2 Casos de Telemedicina

A continuación vamos a exponer algunos casos particulares del funcionamiento de telemedicina en determinadas áreas:

Telemedicina en la sanidad militar española

Nos centramos principalmente en realizar un estudio del funcionamiento de la telemedicina en la Sanidad militar española porque la función que va a desempeñar es similar a la que desempeña la Cruz Roja en nuestro proyecto.

Los sistemas de Telemedicina son muy utilizados por la sanidad militar española. Estos sistemas permiten, a aquellas personas que prestan ayuda humanitaria o están en misiones de paz, una asistencia médica similar a la que se suministraría en nuestro país. Por consiguiente, la sanidad militar española ha ocupado los primeros puestos en los sistemas de Telemedicina.

Se suele desplazar un equipo básico de estabilización, compuesto por médicos generales y especialistas en Traumatología, Cirugía General, Cuidados Críticos o Anestesia. No obstante, en diversas ocasiones un especialista tiene que intervenir en una disciplina que no está disponible en el hospital de campaña.

Gracias a la Telemedicina se podrá disponer de una asistencia médica en todas las especialidades durante las 24 horas del día, conectándose con un hospital de referencia (Hospital Central de la Defensa).

El primer servicio de Telemedicina militar español se instauró hace 12 años en el Hospital Central de la Defensa “Gómez Ulla”, de Madrid para dar servicio a Bosnia Herzegovina.

El funcionamiento de un sistema de telemedicina es tal que un médico del centro móvil pide consejo a uno o varios especialistas del hospital de referencia y envía las pruebas del diagnóstico en tiempo real a través de las redes de telecomunicación.

La sanidad militar de nuestro país ha implantado este tipo de unidades también en Afganistán y en Irak, con el buque hospital Galicia destacado en aquel país. El buque escuela de la Marina Juan Sebastián Elcano y otros de la Armada, también disponen de este tipo de instalaciones médicas, actuando como hospitales de referencia el Hospital Central de la Defensa de Madrid y el Hospital Militar de Zaragoza.

La red de comunicaciones está activada con todos los hospitales militares ininterrumpidamente. Dicha operatividad se basa en tres pilares básicos:

- Los técnicos coordinan y mantienen todo el equipo.
- Los enfermeros militares de guardia recogen las llamadas, las registran y contactan con los médicos especialistas.
- Los médicos de guardia tienen el apoyo del resto de especialidades del hospital

La Red TM-64 tuvo su origen y desarrollo al mismo tiempo que se implantó la Telemedicina en el Ejército español. Los primeros desarrollos se remontan a la Guerra del Golfo, donde desplegaron las comunicaciones por satélite. Posteriormente fue en el conflicto de Bosnia y más tarde en Afganistán e Irak.

Comitas Comunicaciones es el diseñador de las conexiones que proporciona la Red TM-64, que permite enviar y recibir datos, imágenes y vídeo. Puede operar por vía terrestre o vía satélite sobre circuitos simétricos no compartidos, con un ancho de banda de hasta 2 Mbps. Puede funcionar con el mismo protocolo IP que Internet, aunque trabaja con una estructura propia que la hace totalmente independiente. De este modo, se evita la entrada de intrusos en las sesiones clínicas y en la base de datos de los pacientes. Se proporciona un sistema de encriptación para garantizar la seguridad de la información transmitida.

La Red TM-64 tuvo su origen y desarrollo al mismo tiempo que se implantó la Telemedicina en el Ejército español. Los primeros desarrollos se remontan a la Guerra del Golfo, donde desplegaron las comunicaciones por satélite. Posteriormente fue en el conflicto de Bosnia y más tarde en Afganistán e Irak.

En las siguientes figuras se muestran los elementos que componen el sistema TM-64 tanto en la Estación Periférica Asistencial, como en el Centro de Referencia.

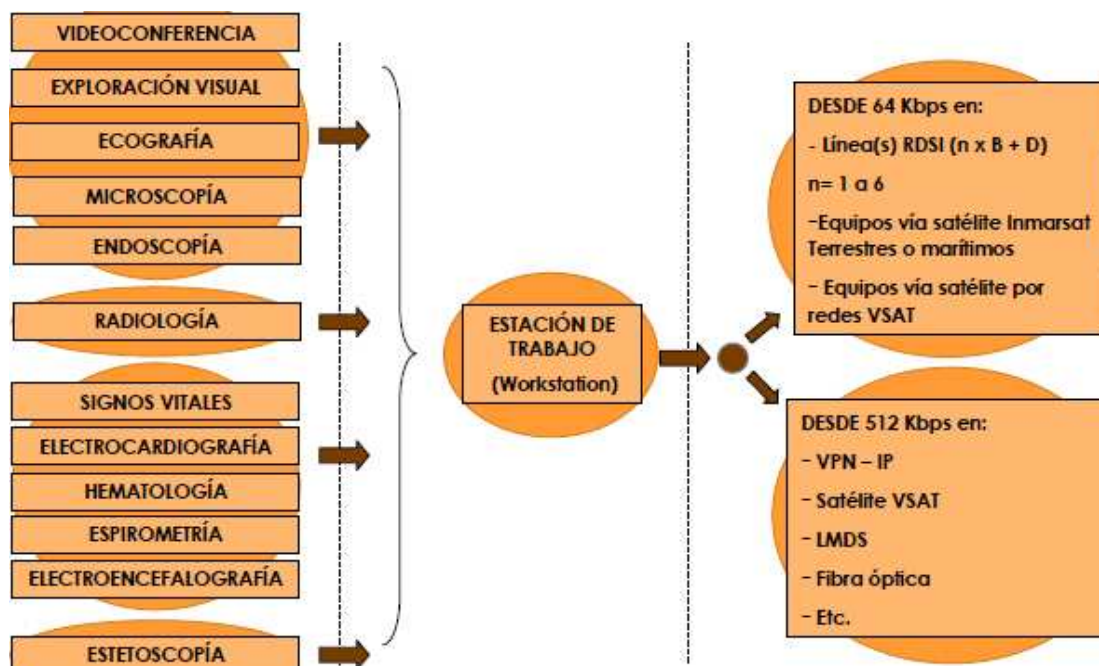


Figura 56 Elementos del sistema TM-64 en la Estación Periférica Asistencial

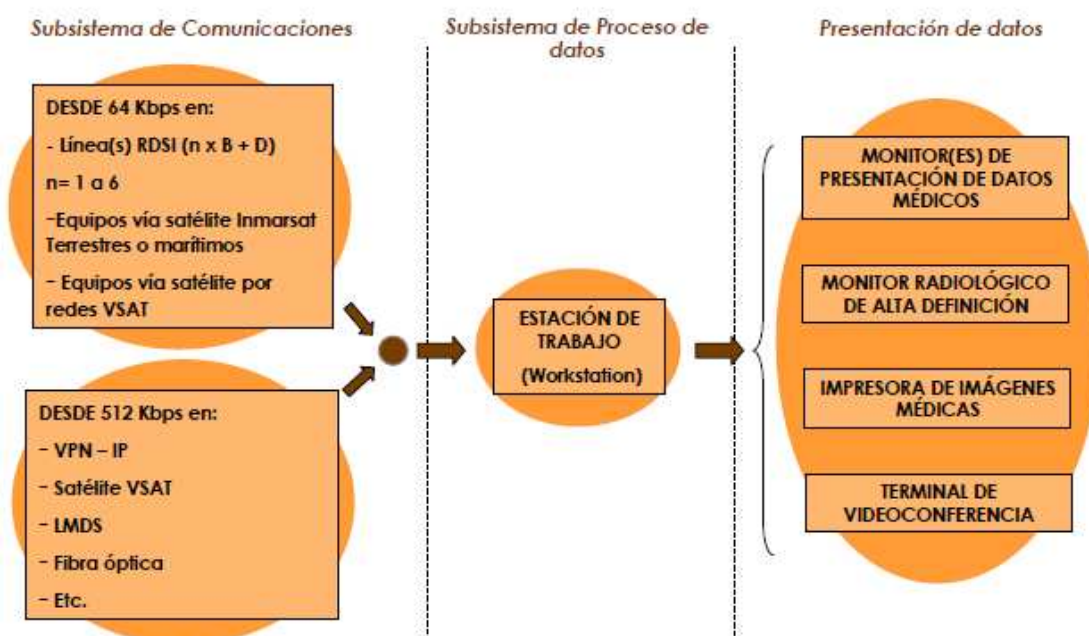


Figura 57 Elementos del sistema TM-64 en el Centro de Referencia. [26]

En un sistema de TM hay diferentes elementos para realizar una monitorización del paciente, digitalización de los datos, transmisión a través de las redes de comunicación y visualización de los datos sanitarios en el otro punto.

- Dispositivos terminales para captación de señales biomédicas.

Electrocardiógrafos, dermatoscopios, endoscopios, cámaras de exploración, sistemas basados en sensores (signos vitales, electrocardiograma, glucosa, sensores de movilidad y/o posición para personas mayores o con movilidad reducida), etc.

- Servicios, componentes y aplicaciones telemáticas para gestión sanitaria.

Aplicaciones software que permiten servicios de citas, establecimiento de agendas, identificación del paciente, manejo de archivos del paciente, mensajería, soportes para seguridad, etc.

- Equipos y sistemas de telecomunicación.

Se utilizan terminales telefónicos, ordenadores personales, PDAs, estaciones de videoconferencia, equipos periféricos como cámaras digitales, digitalizadores de documentos, pantallas de alta resolución, etc. El equipamiento utilizado varía según la necesidad que requiera, y en función de si estamos en el lado del paciente o del especialista.

- Red de comunicaciones.

Transmisión de la información al centro de referencia. El acceso a una red de comunicaciones se realizará dependiendo de la localización geográfica, de la tecnología disponible, del ancho de banda necesario, de los costes, etc. En los sistemas TM se debe cumplir unas características tales como la escalabilidad; transparencia; tolerancia a fallos; cobertura geográfica; seguridad; etc.

Hay dos formas de acceso a la red, el acceso físico (vía cable) y el acceso inalámbrico (vía radio).

- Acceso físico vía cable:

Bucle de abonado: Se da un gran uso de la red telefónica básica. También da soporte a otras tecnologías, como ADSL o las líneas RDSI, utilizadas para dar soporte a servicios de TM, por ejemplo, en el hogar de los pacientes en telemonitorización. El ADSL se usa combinando la modalidad S&F con videoconferencia de baja velocidad.

Fibra óptica: Cuenta con mayor capacidad de comunicación, pero menor cobertura. Se utiliza en grandes poblaciones o redes corporativas internas de grandes centros hospitalarios, etc.

- Acceso inalámbrico vía radio: Soportan interactividad a través de los canales de retorno. Su principal ventaja es la reducción de los costes de infraestructura. Cabe destacar:

Acceso radio celular (redes de comunicaciones móviles): Las redes GSM, GPRS y los teléfonos móviles de tercera generación (UMTS) permiten la transmisión de voz, imágenes y datos a altas velocidades. Con ello se permite el acceso a zonas que no disponen de red fija. Es muy utilizada

en TM para la telemonitorización de pacientes diabéticos, en diálisis intraperitoneal, control postoperatorio y telecirugía, etc.

Acceso vía satélite: Su principal ventaja es la cobertura global en áreas remotas, en emergencias, en barcos y aviones. Es bastante costoso.

Tal y como hemos visto, existen diversas posibilidades tecnológicas aplicables en TM. Además hay que tener en cuenta la capacidad del equipamiento médico a adaptarse y conectarse a los sistemas TM, desde los equipos de quirófanos hasta monitores de signos vitales de los pacientes, pasando por monitores personales de glucosa, etc. [21]

Actualmente, se están realizando estudios en diferentes áreas de investigación, tales como telefonendoscopia, telemedicina de combate, telecirugía y teleasistencia quirúrgica.

Telemedicina domiciliaria

Existen tres tipos de servicios cuyo objetivo es mejorar la comunicación entre el médico y los pacientes.

- Basado en videoconferencia.
- Basados en el teléfono.
- Aquellos que facilitan el contacto entre pacientes y profesionales médicos usando el correo electrónico o la web.

Gracias a la videoconferencia se puede llevar a cabo el seguimiento de pacientes en su domicilio. Es más coste-efectiva para los casos más complejos, que precisen de una fuerte componente visual y de frecuentes visitas al domicilio. Las redes de telefonía básica, redes RDSI y redes de banda ancha, son las más utilizadas en telemedicina domiciliaria, y la mayoría de los estudios realizados se han implementado sobre la red de telefonía básica.

El seguimiento telefónico es tan eficiente como las videovisitas y la telemonitorización. A continuación se describen algunas de las experiencias realizadas con éxito.

- Seguimiento telefónico: Un médico evalúa el estado del paciente a partir de los datos que este proporciona. El médico dará unas recomendaciones para su autocuidado (estilo de vida, medicación, complicaciones,...).
- Recordatorio telefónico: Se envían mensajes breves y personalizados para realizar el seguimiento de una medida preventiva (vacunación, cita, dieta,...).
- Sistemas telefónicos interactivos. Se entregan mensajes con instrucciones, recordatorios o información educativa.
- Acceso telefónico a profesionales: Se facilita el acceso a los profesionales médicos por parte de los pacientes.
- Investigación telefónica: Se obtienen los datos clínicos o administrativos de una determinada población dispersa.

Los servicios basados en web están más utilizados en patologías muy complejas, como por ejemplo el SIDA. Con dichos servicios se incrementa el conocimiento y la participación de los pacientes en su cuidado, se les ayuda a acceder a la información que necesiten, a afrontar sus propias decisiones, a apoyarles emocionalmente en sus

problemas de salud y descubrir los problemas de otras personas y como los ha superado. Además, tiene una componente educativa muy importante.

Telemedicina en una unidad móvil

La ambulancia debe incluir un sistema de comunicación por red tipo GSM para realizar la conexión con un médico especialista del hospital, quien instruiría al personal de la ambulancia, basándose en las señales que se transmiten al ordenador del hospital.

En la siguiente imagen se puede ver una representación gráfica del funcionamiento del sistema.

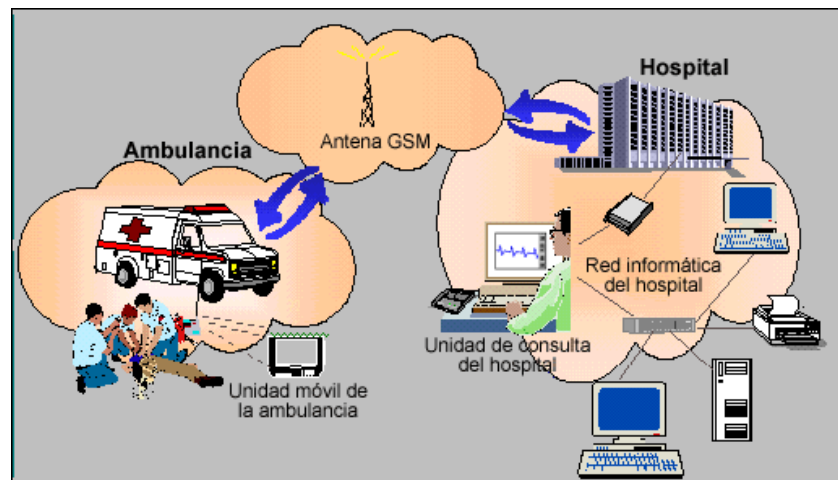


Figura 58 Sistema Telemedicina en ambulancia

Este sistema está constituido por dos unidades:

Unidad móvil

- Monitor de señales vitales.
- Ordenador portátil equipado con:
 - Cámara digital de vídeo (CCD).
 - Módem de comunicación GSM para conectar con el servidor.

Unidad de tele-consulta

- Estación de trabajo. Utilizado para procesar la información. Es usado por el médico que atiende la emergencia.
- Pantalla del sistema. Utilizado para que el médico observe las imágenes captadas del paciente, que son transmitidas por el dispositivo portátil en tiempo real.
- Los datos recibidos son mostrados en la pantalla del servidor y almacenados en la base de datos del sistema.

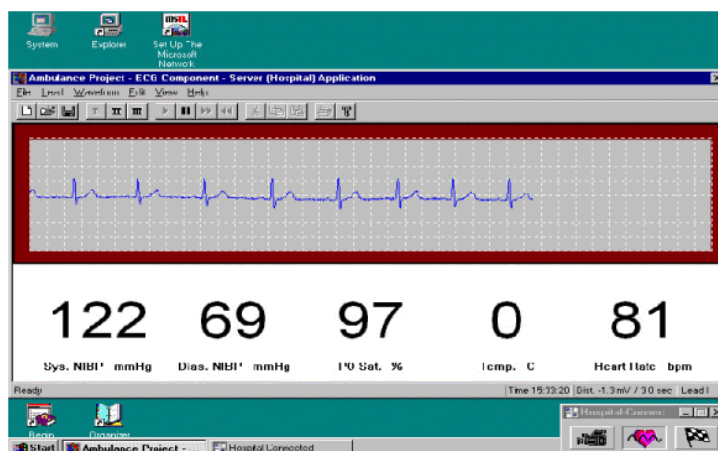


Figura 59 Pantalla de la unidad de teleconsulta en el hospital.

3.6 Sector de la telemedicina

3.6.1 Empresas que proveen soluciones de telemedicina en España.

En la Telemedicina humanitaria existen diversas organizaciones que se encargan de promover y estudiar el uso de la Telemedicina.

- **Fundación COMITAS**

Es una organización sin ánimo de lucro, cuyo objetivo es difundir y promover el uso de la Telemedicina con fines humanitarios en los países del tercer mundo. La actividad está unida a la Red TM-64. Dicha red interconecta los centros sanitarios para la práctica de la Telemedicina, permitiendo la transmisión de datos e imágenes de alta resolución, el reconocimiento y la monitorización remota de pacientes en tiempo real, del mismo modo que se realiza en la práctica médica habitual.

Hace aproximadamente tres años, se creó la Fundación Comitas de Telemedicina Solidaria, cuyo objetivo era desarrollar proyectos humanitarios con la aportación de la tecnología y las comunicaciones necesarias, así como la coordinación del servicio médico con los centros que constituyen la Red. La actuación la realizan a través de la "Fundación Chinguetti".

- **Fundación CHINGUETTI**

Constituye una iniciativa privada. En 2004, inauguró el Hospital de la Fraternidad en la ciudad mauritana de Chinguetti, ubicada en el desierto del Sahara. Su objetivo fue dirigir, gestionar y formar al personal sanitario mauritano, y proveer de una asistencia médica específica durante cinco años para mejorar las condiciones de vida de este lugar cuyas necesidades básicas no estaban cubiertas. Tras este periodo, la dirección se traspasó al Ministerio de Sanidad mauritano.

El Hospital de la Fraternidad dispone de un equipamiento clínico básico y médicos voluntarios españoles.

La Fundación Comitas colabora en este proyecto humanitario aportando todo el equipamiento médico y de comunicaciones necesario para ofrecer Telemedicina desde los hospitales integrados en la Red TM-64.

Algunos de los Hospitales de Referencia que están conectados a la Red TM-64 son el Centro de Cirugía de Mínima Invasión (Cáceres), el Hospital Central de la Defensa "Gómez Ulla" y el Hospital Clínico Universitario San Carlos (Madrid), el Hospital General Yagüe (Burgos), la Mutua Universal Barcelona (Clínica Delfos) y los Hospitales Militares de Cartagena, Ferrol, San Fernando, Valencia y Zaragoza.

- **Fundación VODAFONE**

Es una institución privada sin ánimo de lucro. Su dedica principalmente a la investigación. Realiza estudios y contribuye al desarrollo de conocimientos sobre el sector de las telecomunicaciones, y a mejorar las condiciones de vida y la integración social y laboral de aquellas personas que lo necesiten. Esta fundación cuenta con los siguientes proyectos:

Proyecto INREDIS (Interfaces de relación entre el entorno y las personas con discapacidad).

Su objetivo es ofrecer respuestas globales y sostenibles a los problemas que tienen las personas discapacitadas para acceder a la Sociedad de la Información. Se desarrollan tecnologías de base que permitan crear canales de comunicación entre dichas personas.

Proyecto M-AvanTic (Los mayores avanzan con las TIC)

Su objetivo es desarrollar aplicaciones para la estimulación cognitiva y el modelado del comportamiento de las personas que estén en riesgo o en estados de deterioro cognitivo. Mediante juegos de entretenimiento utilizando el teléfono móvil y la televisión, se pretende ejercitar la actividad cerebral de los usuarios.

Proyecto PLATAS (Plataforma de Asistencia Social)

Tiene como objetivo suministrar nuevos servicios socio-sanitarios basados en el uso de las TIC para que las personas mayores con dependencia leve o moderada permanezcan en su entorno habitual.

Proyecto HeadDev (Mouse facial para discapacitados)

Su objetivo principal es facilitar el acceso a las TICs a todos los grupos sociales gracias a la incorporación del principio de "Accesibilidad Universal y Diseño para Todos". Gracias al software HeadDev, se produce una interacción entre la persona y el ordenador, sin necesidad de usar las manos, cables, sensores u otro tipo de dispositivos.

Está dirigido a personas con discapacidades motrices severas. Únicamente se emplea la nariz o movimientos de la cara, para efectuar las acciones de un ratón convencional. Se utiliza una cámara tipo webcam USB que reconoce los movimientos.

Proyecto SENECA (SENilitat i Endarreriment mental a CAtalunya)

Su objetivo es determinar las necesidades asistenciales y sociales de personas con retraso mental leve y moderado, y analizar la aportación que ofrecen las nuevas tecnologías de las telecomunicaciones móviles a estos colectivos.

Vodafone España ha desarrollado varios productos y servicios sociales para mejorar el bienestar y la integración social y laboral de personas que requieran de necesidades especiales. [21]

- **Fundación i2CAT**

Es una entidad sin ánimo de lucro. Fue fundada en 2003 con la finalidad de obtener una red Internet que sea accesible para todo el mundo. La fundación coloca la investigación y la innovación de Internet al servicio de la sociedad, con la colaboración de la administración pública, las empresas y los grupos de investigación de las universidades para poder desarrollar proyectos innovadores acerca de las nuevas tecnologías de red. [5]

• **Telemedicine Clínic (Barcelona).**

Empresa sueca que fue instalada en Barcelona. Ofrece un servicio de telediagnóstico a aproximadamente 100 hospitales europeos públicos y privados, en Noruega, Suecia o Inglaterra. [13]

3.6.2 Nuevas soluciones de telemedicina en el mercado Español

- **Telemedicina en el domicilio**

Se ha diseñado el sistema TeleAsis cuyo objetivo es llevar el seguimiento de los pacientes crónicos fuera del hospital. Fue desarrollado por Coremain y Trends IT. Dispone de un terminal en el domicilio del paciente y otro en el hospital. El terminal de paciente recoge los signos vitales medidos (presión arterial, electrocardiograma, etc.) y envía estos datos al centro sanitario, donde se guardan en la historia clínica electrónica. También se dispone de videocámara y monitor, para realizar sesiones de video conferencia interactiva.

Está diseñado como una arquitectura abierta, escalable, compatible con los dispositivos médicos necesarios y puede integrarse con los sistemas de información corporativos más habituales en las organizaciones de la sanidad.

Teleasis está basado en protocolos web y opera con las tecnologías de comunicación, ADSL y GPRS.

Gracias a este sistema, se permite la comunicación entre los profesionales médicos y el paciente, y el acceso a distancia a sus datos clínicos, con monitorización continua del estado del paciente. [4]

- **Sistema de telemedicina para el tratamiento del ictus.**

Una de las principales causas de discapacidad es el ictus en fase aguda. El Hospital de Granollers ha presentado la red Teleictus, que permitirá evaluar y tratar el ictus en aquellos hospitales que no dispongan de atención neurológica mediante la asistencia remota de los hospitales de referencia. Este sistema ha sido desarrollado por la fundación i2CAT. Se basa en la comunicación a través de videoconferencia de alta calidad y de un sistema de consulta de imágenes a distancia, para visualizar el TAC de los pacientes u otras pruebas que necesite el neurólogo del hospital de referencia para realizar su diagnóstico.

Primeramente se desarrolló en los hospitales de Vic y de la Vall d'Hebron, en Barcelona. Más tarde se implantó en otros 13 hospitales de Catalunya, en el que cuatro hospitales de referencia proporcionarán servicio remoto a nueve hospitales comarcales.

Gracias a la red Teleictus, los pacientes no tendrán que trasladarse a los hospitales de referencia y las demoras en su tratamiento se verán disminuidas. [5]

- **La telecirugía llega a España**

La telecirugía es un sistema de comunicación por videoconferencia que conecta a médicos ubicados en distintos lugares del mundo para que todos intervengan en la realización de una intervención quirúrgica en tiempo real.

Expertos del Hospital Universitario de Kyushu y el Instituto Nacional de Tecnología de la Información y la Comunicación de Japón han desarrollado un nuevo modelo de cirugía a distancia que será usado por dos hospitales españoles para llevar a cabo sus intervenciones quirúrgicas. El Hospital General Royo Villanova de Zaragoza y el Hospital Universitario de Fuenlabrada (Madrid) son los que utilizarán este nuevo sistema presentado por el profesor del hospital Shuji Shimizu.

Este sistema permitirá trasladar algunos tipos de intervenciones quirúrgicas a países donde nunca se han realizado, como por ejemplo en India. Varios países quieren utilizar esta tecnología, pero para ello tendrán que adaptar su infraestructura. Además permitirá mejorar la calidad de las imágenes, reducir los costes de la infraestructura y servir de plataforma de formación para los profesionales sanitarios, que pueden compartir conocimientos mediante esta red y aplicarlos en sus propios hospitales.

Para utilizar este método únicamente se necesitan un ordenador portátil, un reproductor DVD y el programa informático desarrollado por el hospital japonés. [6]

- **Telemedicina para la exploración de petróleo de forma remota**

Cientos de trabajadores tienen que estar en las plataformas petroleras en el mar con motivo de alguna misión.

No existen apenas servicios médicos ni profesionales médicos. Cuando existe algún problema de salud se debe evaluar por teléfono, por lo que su diagnóstico es lento y caro. Por ello, las soluciones de telemedicina HD de Polycom proporcionan imágenes realistas y acceso inmediato a los expertos sanitarios. [14]

- **e-Diagnostic: nuevo concepto de Telemedicina**

Se ha creado una nueva empresa de Telemedicina, e-Diagnostic. Consiste en una nueva plataforma de especialidades clínicas impulsada por el ex delegado de la Generalitat en Madrid, Santiago de Torres. Se origina gracias a la alianza de tres empresas: CIE Telemedicina (especializada en Cardiología), DRIM (Diagnóstico Remoto de Imágenes Clínicas) y C2C (especializada en integración de datos y gestión de imagen médica).

E-Diagnostic estudia incorporar siete nuevas especialidades a sus servicios de telemedicina, y está desarrollando también nuevas aplicaciones para la telemedicina. Por ejemplo, un proyecto de telepatología intraoperatoria, que permitirá a los hospitales analizar muestras de tejidos mientras que el cirujano está operando a un paciente y transmitirle también en directo, el diagnóstico para que pueda operar conociendo el alcance de las lesiones. [12]

- **Sistema de Telemedicina de las Fuerzas Armadas.**

Implementado en el hospital central de la defensa Gómez Ulla (Madrid). Se pueden prestar teleconsultas en tiempo real de 16 especialidades (neurocirugía, cirugía cardíaca, vascular, radiología) a las tropas españolas desplazadas a Afganistán, Líbano y Kosovo. [13]

- **Servicio de Telemedicina de Atención Primaria del Servicio Extremeño de la Salud.**

La administración extremeña creó un modelo de telemedicina que conecta los centros de salud del entorno rural con sus hospitales de referencia donde los médicos especialistas se comunican con los pacientes sin necesidad de desplazarse. [13]

- **Teleictus, hospital Universitario Virgen del Rocío (Sevilla).**

Dicho hospital dispone de un programa para tratar a pacientes que hayan sufrido un ictus. Este programa se basa en activar una alarma que conecta a neurólogos, médico de guardia y paciente por videoconferencia para suministrar el tratamiento adecuado. [13]

- **Telemedicina humanitaria. Fundación del hospital Sant Joan de Déu, Barcelona.**

El hospital de Lunsar en Sierra Leona está conectado vía satélite con el hospital Sant Joan de Déu, donde se suministra una asistencia de telediagnóstico y se reciben señales de telemetría, constantes vitales y electrocardiogramas en tiempo real. [13]

4 Componentes del proyecto de telecomunicaciones del CAMM.

4.1 *Objetivo del capítulo*

La intención de este capítulo es analizar en detalle el proyecto del CAMM y sus sistemas.

Se definen una serie de conceptos previos al análisis, para que el lector realice un claro seguimiento del proyecto.

Se realiza una descripción de las fases por las que pasa el proyecto, sus riesgos y sus complejidades en la gestión e implementación.

Así mismo, se estudia y analiza la estructura organizativa del grupo de trabajo que interviene en la realización del CAMM, al igual que las funciones que desarrolla cada gestor.

Finalmente estudiamos las comunicaciones de datos existentes entre distintos shelters, para disponer de un servicio de telemedicina. Se realizan distintos diagramas de bloque que muestra el funcionamiento del sistema de forma clara y precisa para un mejor entendimiento por el lector.

4.2 *Definiciones previas*

Se van a definir todos los conceptos que se utilizarán para analizar el CAMM. Todos estos conceptos están relacionados con la elaboración de cualquier proyecto, que nos van a ayudar a entender cada uno de los puntos del capítulo siguiente, y llevar un claro seguimiento del análisis del CAMM.

4.2.1 *Ciclo de vida de un producto*

El Ciclo de Vida de un producto es una serie de etapas interrelacionadas que comprende desde que se adquiere el producto hasta su eliminación final. [34]

Todos los productos cumplen con 4 etapas en su ciclo de vida, que son Introducción, Crecimiento, Madurez y Declive.

- Etapa de introducción o de presentación del producto en el mercado.

Esta etapa comienza cuando el nuevo producto aparece en el mercado. En este momento, el producto aún es desconocido en el mercado, por lo que las ventas son reducidas con un lento crecimiento. Esta fase está cargada de incertidumbre y riesgos. Su duración dependerá de como se adapte a las necesidades del consumidor, del nivel de complejidad del producto, de la existencia de nuevos productos sustitutivos, y de su grado de aceptación en el mercado. Por lo tanto, los beneficios van a ser negativos, y la competencia será limitada o nula. [33][35]

- Etapa de crecimiento o de aceptación.

Si el mercado acepta el producto, es en esta etapa cuando se empieza a vender. Las ventas empiezan a subir rápidamente, y a causa de este rápido incremento, aparecen nuevas empresas competidoras en el mercado. Se realiza una inversión elevada para financiar la expansión tanto del sistema productivo como de la comercialización. En esta etapa, los beneficios aumentan porque el producto es conocido por los clientes, lográndose los mayores beneficios por unidad vendida. [33][35]

- Etapa de madurez o saturación del mercado.

En esta etapa, empieza a haber un incremento lento de las ventas, que podría ser más rápido con la reposición del producto y de nuevas unidades de consumo, hasta que las ventas se estabilizan en su nivel máximo. Ha llegado el momento en que los costes de fabricación se reducen, los beneficios unitarios empiezan a disminuir, aunque se puede estar alcanzando la mayor rentabilidad, que se puede prolongar más tiempo mediante diferentes técnicas de marketing. Sin embargo, ya el producto empieza a perder su atractivo, tanto para los clientes como para las empresas. [33][35]

- Etapa de declive o decadencia

En esta última etapa, las ventas empiezan a disminuir debido a los cambios en la tecnología, a la aparición de nuevos productos que satisfacen las mismas necesidades (competencia), o la pérdida de interés de los consumidores. Ahora, la oferta superará a la demanda y se reduce el número de empresas que producen el producto. Por lo tanto, suelen bajar los precios y reducirse la rentabilidad del producto. Se plantea la eliminación del producto y su sustitución por una innovación. [33][35]

En la siguiente figura se muestra el comportamiento que sigue un producto en cada etapa de su ciclo de vida.

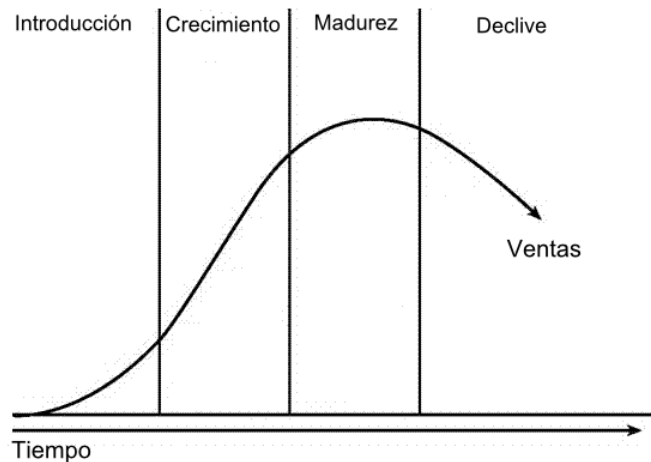


Figura 60 Gráfico del ciclo de vida de un producto.[33]

En el momento inicial se incrementan sus ventas a unas tasas reducidas. Posteriormente su ritmo de crecimiento aumenta, puesto que el producto ya es conocido por los consumidores. Cuando el mercado se encuentra saturado y ha llegado a su nivel máximo de ventas, su crecimiento disminuye, ocasionándose la caída de las ventas. Este efecto es debido a la aparición de un nuevo producto que cubre del mismo modo las necesidades de los consumidores. [35]

Por consiguiente, todos los productos siguen un ritmo de ventas que es variable en el tiempo, pasando por sus cuatro fases, introducción, crecimiento, madurez y declive, anteriormente descritas. [33]

4.2.2 Coste del ciclo de vida

El coste del ciclo de vida (Life-Cycle Cost, LCC) es un método para calcular los costes que sufre un sistema o producto a lo largo de su ciclo de vida. Por lo tanto, para analizar el coste del ciclo de vida de un proyecto tenemos que analizar el coste de la compra, la instalación o despliegue, el funcionamiento, el mantenimiento y el coste de desmantelamiento o repliegue.

La base del cálculo del coste del ciclo de vida está constituida por el propio concepto del ciclo de vida, adaptado al sistema concreto que se diseña y se desarrolla.

El cálculo del coste del ciclo de vida se puede utilizar como herramienta comparativa entre el diseño existente u otras posibles alternativas. Mediante este método, se obtiene la solución más rentable posible dentro de los límites disponibles.

Una parte importante del coste del ciclo de vida de un producto o sistema, puede relacionarse con las decisiones tomadas en las primeras etapas del diseño del sistema. Tales decisiones se refieren a requisitos operativos, prestaciones y efectividad, configuración del diseño, mantenimiento, cantidad de producción, factores de utilización, apoyo logístico, y retirada y eliminación.

Para conseguir un buen control del coste final del ciclo de vida, es indispensable prestar gran atención tanto al coste que conlleva su diseño como al desarrollo del sistema.

Los costes a lo largo del ciclo de vida del producto o sistema se dividen en categorías, según el modo de organizar el sistema para su desarrollo. Las distintas categorías que existen para calcular el coste del ciclo de vida del sistema, se muestran en la siguiente figura. [36]

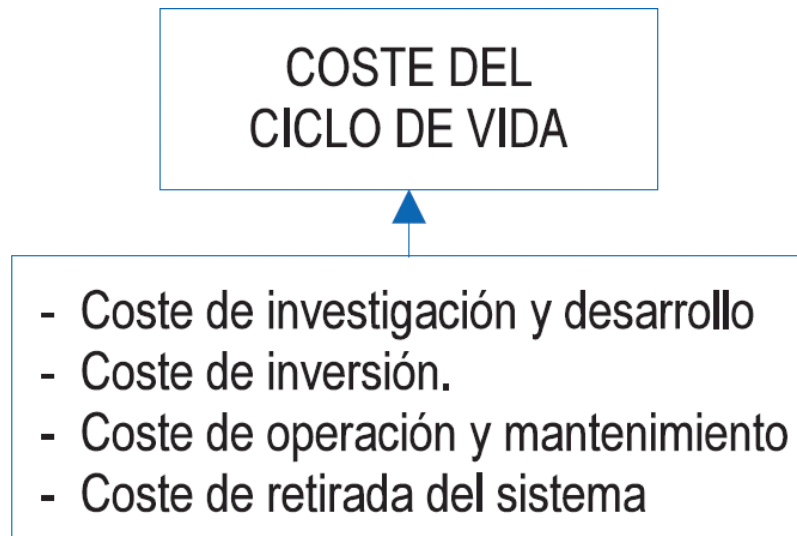


Figura 61 Categorías del LCC

Estas categorías junto con los elementos que lo constituyen, componen una estructura de desglose o descomposición del coste denominada Cost Breakdown Structure (CBS).

- Coste de investigación y desarrollo.

Conlleva la planificación inicial, el análisis de mercado, la investigación del producto, el análisis de requisitos, el diseño de ingeniería, la documentación del diseño, las pruebas y evaluación de los modelos de ingeniería, y funciones de gestión asociadas. [36]

- Coste de producción y construcción o coste de inversión.

Conlleva la ingeniería industrial y el análisis de operaciones, la producción (fabricación, montaje y pruebas), la construcción de instalaciones, el desarrollo del proceso, las operaciones de producción, el control de calidad y requisitos iniciales de apoyo a la logística (apoyo inicial al cliente, producción de repuestos, producción de equipo de pruebas y apoyo, etc.). [36]

- Coste de operación y mantenimiento.

Operaciones del sistema o producto por parte del consumidor o usuario, distribución del producto (marketing y ventas, transporte y gestión de tránsito), y el mantenimiento y repuestos (actividades de mantenimiento, apoyo de abastecimiento, equipos de prueba y apoyo, transporte y manejo, datos técnicos, instalaciones, modificaciones del sistema, etc.). [36]

- Coste de retirada y eliminación.

Eliminación de elementos no reparables a lo largo de su ciclo de vida, retirada del sistema o producto, reciclaje de material y requisitos aplicables del apoyo logístico. La estructura de desglose del coste relaciona los objetivos y actividades con los requisitos de recursos de organización.

Además, proporciona un medio para la asignación inicial de recursos, la vigilancia del coste y el control del coste. [36]

4.2.3 Proceso

Un proceso se puede definir como:

“conjunto de actividades sucesivas que se realizan con un fin determinado”.

A su vez se define actividad como:

“conjunto de tareas que se realizan para obtener un resultado”.

El término proceso tiene muchos significados diferentes dependiendo de la rama de la ciencia o la técnica que se utilice.

Algunas otras definiciones las resumimos a continuación:

- Conjunto de actividades que permiten transformar las materias primas para crear, producir y entregar sus productos para satisfacer las necesidades de los clientes.
- Serie sistemática de acciones dirigidas al logro de un objetivo. [39]
- Conjunto de recursos y actividades relacionadas entre sí que transforman los elementos de entrada en elementos de salida.

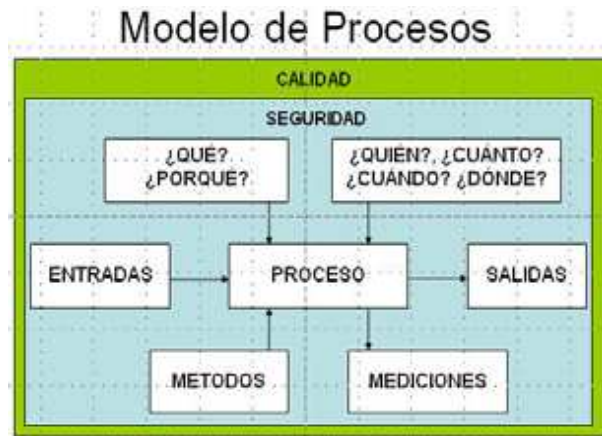


Figura 62 Modelo de procesos

Un proceso tecnológico es una serie de etapas, que se van desarrollando de forma secuencial y planificada, cuyo fin es crear o producir un objeto tecnológico que satisfaga unas necesidades.

Un proceso tecnológico incluye una serie de acciones que se deben realizar para finalmente obtener el producto deseado.

Mediante los diagramas de flujo podemos llevar un seguimiento de cómo operan las materias primas para obtener un proceso productivo. Con este diagrama se distingue la secuencia de cada etapa, y cuales son las decisiones que hay que tomar para conseguir el producto final deseado.

Un proceso tecnológico se inicia cuando queremos cubrir una necesidad, con la intención de satisfacer una demanda determinada. Por lo tanto, para crear un producto tecnológico se desarrolla una serie de procesos, que cuenta con los recursos que nos proporciona el entorno junto con las técnicas para implementarlo. Un producto tecnológico no nace de demandas, ya que primeramente aparece el producto y después se impone la necesidad de usarlo, a través de sus técnicas de comercialización.

Los usuarios quienes emplean un producto tecnológico no tienen porqué ser los que se más se vayan a beneficiar de este.

Dependiendo del uso que hagamos de un producto tecnológico, este será bueno o malo, por lo tanto no podemos decir que un producto tecnológico es bueno o malo por naturaleza.

4.2.4 Proyecto

Según PMI (Project Management Body of Knowledge), un proyecto se define como:

“la actividad temporal para crear un servicio o producto único”.

Existen muchas otras definiciones de proyecto, pero lo podemos resumir en que un proyecto es cualquier actividad humana que tiene un objetivo determinado y que cuenta con un principio y un final.

Un proyecto puede desarrollarse en muchas áreas de actividad (ingeniería civil, telecomunicaciones, etc), puede tener distintos tamaños (para pocas personas o para varias), y puede ser utilizado por diversos clientes (sector privado, administraciones públicas).

Podemos enumerar seis tipos de proyecto, proyecto tradicional, industriales, de investigación y desarrollo, de desarrollo y fabricación de productos, informes y académicos.

4.2.5 Ciclo de vida de proyectos

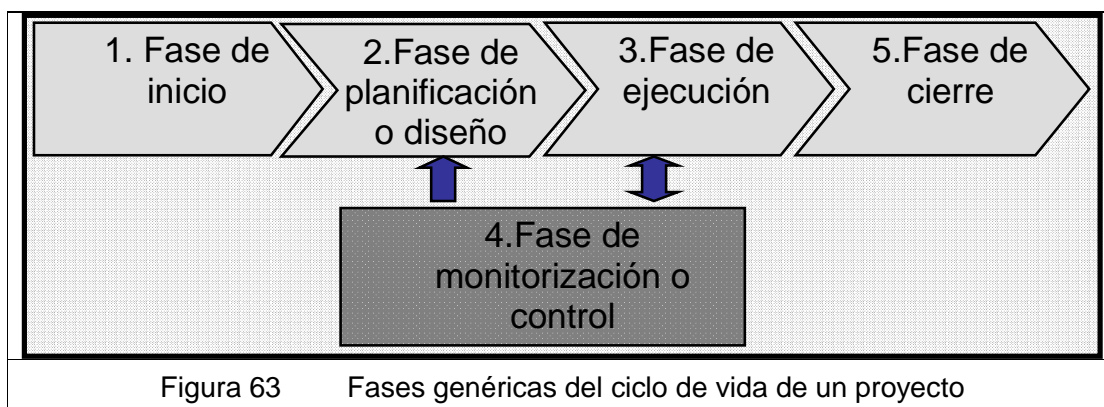
El ciclo de vida de un proyecto es el conjunto de fases por las que atraviesa el proyecto desde que nace hasta que finaliza. Las fases están ordenadas en el tiempo.

Cada fase del proyecto es un conjunto de actividades con entidad propia y relacionadas entre sí, que cubren un objetivo parcial del proyecto. Estas actividades pueden ser:

- Técnicas
- De gestión.
- Soporte

Aunque hay muchas maneras de definir las fases de un proyecto, se opta por dar una visión genérica a fin de poder explicar de una forma uniforme los tipos de ciclo de vida.

A continuación se muestra un diagrama de las fases genéricas del ciclo de vida de un proyecto.



- **Fase de inicio**

En esta fase se describe el objetivo del proyecto propuesto, el alcance y los recursos funcionales. Se define su viabilidad técnica, financiera y socio-cultural. Se establecen las necesidades y se detectan las deficiencias. Se realizan una aproximación de los recursos tecnológicos que serán necesarios, los costes y se elabora una planificación detallada. Además se identifican los recursos humanos que intervendrán en el proyecto y se consideran los posibles riesgos a los que se tendrá que enfrentar.

- **Fase de planificación o diseño**

En esta fase se deben indicar las tareas que hay que realizar, el modo en que se deben realizar, el número de pasos para lograrlas, personal que debe ejecutarlas, y el tiempo, dinero y esfuerzo que conlleva.

- **Fase de ejecución**

En esta fase se ejecutan todas las acciones para realizar el producto pretendido en el proyecto. Este proceso puede dar lugar a una replanificación del proyecto en el caso de surgir posibles errores o inconsistencias, o al pase a su fase final. Por lo tanto, esta fase se refiere a la puesta en marcha de las acciones estipuladas o previstas en nuestra planificación.

- **Fase de monitorización o control**

En esta fase se mantiene una vigilancia continua del proyecto para garantizar su avance según se ha previsto, satisfaciendo los requisitos de diseño previamente definidos.

- **Fase de cierre**

En esta fase se obtiene el producto final junto con toda la documentación relacionada.

Tras la fase de cierre, se siguen los siguientes pasos:

- Se actualiza toda la documentación del proyecto.
- Firma de aprobación entre el Cliente y el contratista.

4.2.6 Proyectos de desarrollo

Todo proyecto de desarrollo se divide en las siguientes fases: Análisis, Diseño, Construcción, Pruebas Unitarias, Pruebas de Integración, Implementación, Pruebas de Aceptación.

A continuación detallamos cada una de estas fases:

- **Fase de Análisis.**

El objetivo de esta fase es estudiar las necesidades que debe satisfacer el sistema a desarrollar, elaborando unas especificaciones formales que detallen la funcionalidad del mismo.

Se realiza un análisis de los requerimientos del sistema, en los que se establece el alcance, los objetivos y los requisitos del sistema. Además se estudian las posibles alternativas que solucionarían las necesidades del usuario. Tras este análisis se obtiene un documento denominado “Documento de Requisitos del Sistema”.

Una vez aceptado el documento anterior tanto por parte del equipo de desarrollo como por parte del usuario final, se elabora un conjunto de especificaciones que describen la funcionalidad del sistema.

En esta fase también se planifican las pruebas a realizar en el sistema, y se estiman los plazos de entrega del sistema. Todo ello se recoge en los documentos denominados como "Documento de Especificación Funcional del Sistema" y "Documento de Pruebas del Sistema". [44]

- **Fase de Diseño**

El propósito de esta fase es obtener las especificaciones físicas del sistema, considerándose las características tecnológicas del emplazamiento donde se va implantar el sistema. Esto constituye el punto de inicio para la construcción del sistema.

Al final de esta fase se obtiene el documento denominado "Documento de Diseño Técnico", y en el anterior documento denominado "Documento de Pruebas del Sistema", se añaden las ampliaciones realizadas con respecto a las pruebas cometidas. [44]

- **Fase de Construcción.**

A partir de las especificaciones de diseño, y una vez que el sistema ha sido completamente construido y probado, ya estará listo para ser implantado en la organización del usuario.

Durante esta fase se llevará a cabo la formación necesaria a cerca de los procedimientos que se deberán seguir para desplegar el sistema final. Esto posibilitará la utilización óptima del sistema tanto al usuario final como al personal del área de explotación o mantenimiento del sistema.

Al final de esta fase se obtiene el Software correspondiente y, los documentos denominados "Documentación Técnica de Programación", "Manual de usuario", "Manual de Explotación", "Documento de Pruebas del Sistema" ampliado con los informes de las pruebas unitarias, de integración y globales. [44]

- **Fase de Pruebas Unitarias**

En esta fase se comprueba la validación de cada uno de los elementos que integra el sistema. [44]

- **Pruebas de Integración**

En esta fase se lleva a cabo la fusión de todos los elementos y se prueba su unión. [44]

- **Fase de Implantación:**

En esta fase se realiza la primera puesta en servicio del sistema construido, con el objetivo de obtener la aceptación final por parte de los usuarios.

Se llevan a cabo las pruebas de aceptación, que son demostraciones formales de que el sistema satisface todos los objetivos y requisitos para los que fue creado.

Una vez que el sistema ha sido aceptado, se procede a la ejecución y el mantenimiento del sistema.

El sistema durará hasta que deje de utilizarse o sea sustituido por otro. [44]

- **Fase de Pruebas de Aceptación**

Esta es la fase de detección de errores. Durante esta fase se comprueba si el programa se ajusta o no a las especificaciones finales. [44]

4.2.7 Tipos de coste

Existen distintos tipos de costes en función de su comportamiento.

- Costes Fijos

Son costes que permanecen constantes durante un tiempo determinado, sin importar el volumen de producción. Por lo tanto, estos tipos de costos, están en función del tiempo, sin sufrir ningún cambio aunque existan grandes fluctuaciones en el volumen de producción. Por ejemplo, son aquellos gastos que son necesarios para sostener la estructura de una empresa y se realizan periódicamente. [37][38]

A continuación se muestra la gráfica de cómo se comportan los costes fijos:

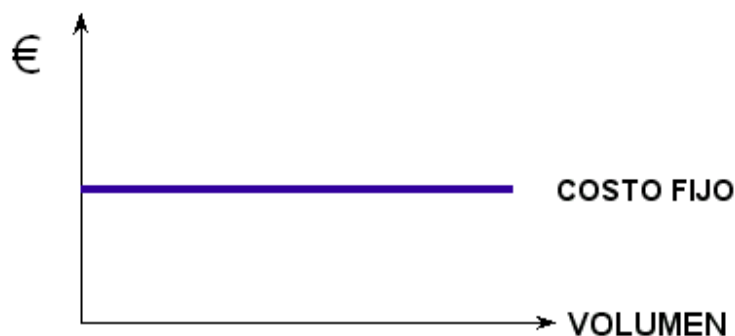


Figura 64 Gráfica de comportamiento de Costes Fijos

- Costes Variables

Se modifican en función de cuál sea el volumen producido. Si no hay producción no hay costes variables y si se producen muchas unidades el coste variable es alto. Dicha actividad se refiere a producción o a ventas. Por ejemplo, la materia prima se modifica de acuerdo con la función de producción. [37][38]

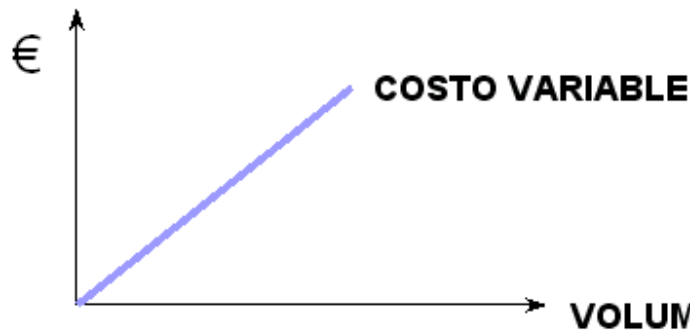


Figura 65 Gráfica de comportamiento de Costes Variables

4.2.8 Tipos de innovación

Hay diferentes tipos de innovación en función de las distintas etapas del ciclo de vida por las que atraviesa un producto para que sobrevivan y evolucionen.

- Innovación de productos.

Son cambios en los productos o servicios que ofrece la organización. Se mejora el producto existente o se desarrollan nuevos productos incorporando nuevos avances tecnológicos o adaptando la tecnología a los procesos existentes. [40][41]

- Innovación de procesos.

Son cambios en el modo (medios o caminos) en el que se crea o se entregan los productos. Se refiere a la implementación de nuevos métodos o a la mejora de los existentes, en su producción o distribución, llevados a cabo a través de equipos, técnicas, software o a la incorporación de nuevas tecnologías. Su principal objetivo es la reducción de costes. [40][41]

- Innovación de posición.

Son cambios de contexto en el que se introducen o se venden los productos y servicios. [40][41]

- Innovación de paradigma.

Son los cambios en el modelo mental acerca de cómo vemos las cosas. [40][41]

Cada uno de los cuatro tipos de innovación puede pertenecer a un cambio radical o incremental de la innovación. En la siguiente figura, el área indicada por el círculo es el espacio de la innovación donde una organización puede operar. A continuación se muestra un esquema del espacio de la innovación. [40]

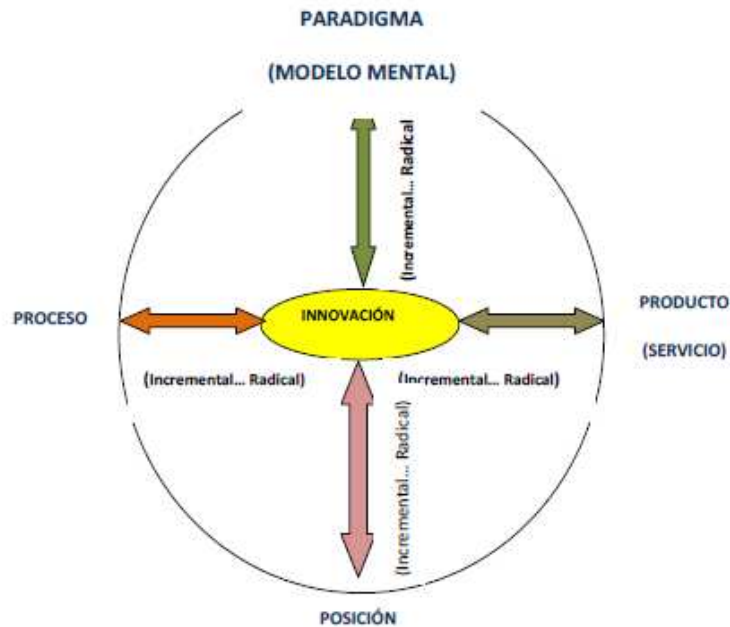


Figura 66 Tipos de Innovación

4.2.9 Riesgos de proyecto

El riesgo en un proyecto es la posibilidad de sucesos que pueden afectar a los objetivos de manera negativa, suponiendo una amenaza para el proyecto.

Existen dos tipos de riesgos:

- **Riesgos internos al proyecto:** son los riesgos asociados al proyecto en sí, y estos son considerados como riesgos técnicos. Consecuencia de una mala planificación, capacitación, organización, etc.
- **Riesgos externos al proyecto:** es el impacto que puede ocasionar el proyecto en el resto del mundo. Suelen ser debidos a cambios de normativa, cambios políticos, etc.

4.2.10 Modelos de gestión de proyectos

El PMI ha desarrollado un estándar para la gestión de proyectos conocido como PMBOK (Project Management Body of Knowledge). Provee los fundamentos de la gestión de proyectos que son aplicables a un amplio rango de proyectos, incluyendo construcción, software, ingeniería, finanzas, administración y marketing. [45]

El PMBOK define 5 fases estándar y unas áreas de conocimiento comunes a casi todos los proyectos. Estas cinco fases son las siguientes:

- Inicio
- Planificación
- Ejecución
- Control y Monitoreo
- Cierre.

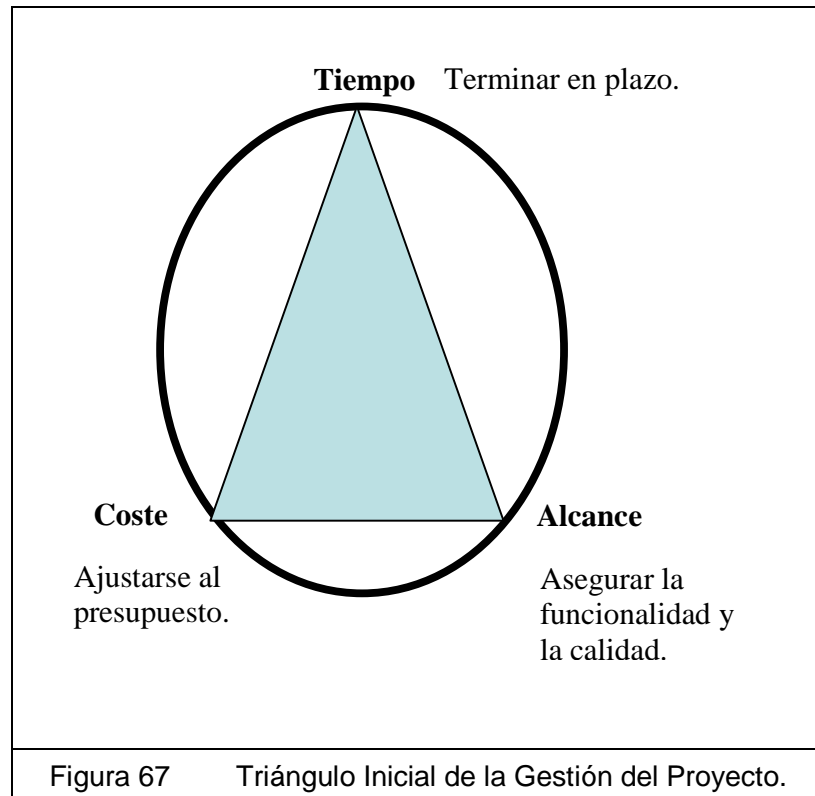
A lo largo de todas las fases se desarrollan las siguientes áreas de conocimiento: [45]

- Gestión de la Integración de Proyectos
- Gestión del Alcance en Proyectos
- Gestión del Tiempo en Proyectos
- Gestión de la Calidad en Proyectos
- Gestión de Costos en Proyectos
- Gestión del Riesgo en Proyectos
- Gestión de Recursos Humanos en Proyectos
- Gestión de la Comunicación en Proyectos
- Gestión de las Contrataciones en Proyectos.

La gestión de proyectos es la disciplina de organizar y administrar los recursos de tal manera que se pueda finalizar el trabajo que requiere el proyecto cumpliendo con todas las restricciones. Por lo tanto, llevar una correcta gestión de los proyectos es imprescindible para garantizar que los objetivos del proyecto se lleven a cabo de la manera más eficiente y eficaz posible. [45]

Algunas de las ventajas de realizar una buena gestión del proyecto en la empresa son:

- Obtener el producto con una calidad excelente.
- Una comunicación adecuada.
- Reducir los riesgos.
- Lograr objetivos estratégicos y metas.

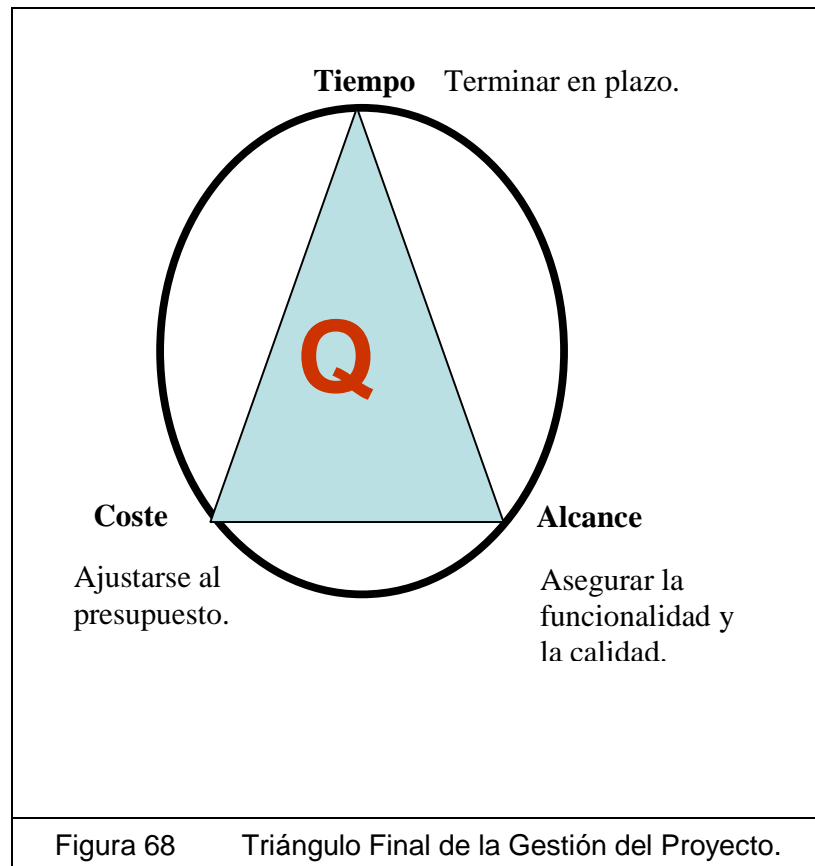


Todo proyecto necesita ser ejecutados y entregados bajo ciertas restricciones. A esto también se le conoce como el Triángulo de la Gestión de Proyectos, donde cada lado representa una restricción. [46]

- **Tiempo**: se refiere a la cantidad de tiempo disponible para completar un proyecto.
- **Alcance**: se refiere a lo que debe hacerse para llegar al resultado final del proyecto.
- **Coste**: se refiere a la cantidad presupuestada para el proyecto.

Estas tres restricciones son frecuentemente competidoras entre ellas, ya que un incremento en el alcance aumenta el tiempo y el costo, una restricción de tiempo puede incrementar el coste y reducir el alcance, y un presupuesto limitado puede llevar a un incremento de tiempo y a una reducción del alcance.

Más tarde, un refinamiento de las restricciones separa la calidad del producto del alcance, siendo la calidad (Q) la cuarta restricción.



4.2.11 Sistema

Se han establecido numerosas definiciones de sistemas, siendo una de las principales la que establece que un sistema es:

“un conjunto organizado de partes o elementos relacionados entre sí que persiguen alcanzar un objetivo”.

El sistema está representado por todos los componentes y relaciones necesarias para la realización de un objetivo, dado un cierto número de restricciones. Los sistemas pueden operar, tanto en serie como en paralelo. Una organización puede ser conocida como un sistema o subsistema, en función de su enfoque. [47]

4.2.12 Organización de RRHH en los proyectos

El término recurso humano se refiere a las personas empleadas en una empresa u organización. Son el componente más importante de la misma.

Las organizaciones están constituidas por personas capaces de contribuir y aportar competencias, habilidades y destrezas necesarias para la organización.

La organización trata de reunir a las personas para el logro de un objetivo. Se ordenan según su mayor o menor profesionalidad, su grado de implicación, su compromiso organizacional, además de mostrar la relación que guardan entre sí. Estos son los aspectos más relevantes a la hora de caracterizar los recursos humanos de una organización.

Existen diversos modelos de organizar los recursos humanos en un proyecto:

- Organización funcional

La organización por funciones reúne en un área a todas las personas que se dedican a una determinada actividad. Cada área funcional dispone de un responsable con un alto nivel de autoridad sobre el resto de las personas pertenecientes a dicho área. Todas las tomas de decisiones son efectuadas por el director. Este tipo de organizaciones es aconsejable emplearse cuando las relaciones de autoridad y responsabilidad están muy claras. Sin embargo, este modelo de organización dificulta la comunicación horizontal. La organización funcional es uno de los modelos más lógicos y básicos de la división por departamentos. [49]



Figura 69 Organización funcional

- Organización divisional

La organización está dividida en unidades autónomas con unos objetivos propios. Únicamente en la corporación se toman las decisiones claves de la empresa. La comunicación entre las distintas unidades también es compleja, existiendo una competencia entre dichas unidades. Este tipo de organización requiere de una mayor estructura de personal directivo. [49]



Figura 70 Organización divisional

- Organización matricial

Consiste en la agrupación de los recursos humanos que han sido asignados temporalmente a los diferentes proyectos que se realizan. De este modo, se crean equipos de proyectos formados por integrantes de diversas áreas de la organización, que cuentan con un mismo objetivo. Este tipo de organización tiene efecto hasta la conclusión del proyecto. [48]

Esta organización no tiene definido un mando único. Cada uno de los empleados de la organización posee dos jefes; un jefe al que se le informa de los asuntos relacionados con aspectos funcionales; y el jefe responsable de los proyectos individuales. [49]

Pueden ocasionarse conflictos entre asignación y gestión de recursos entre división y función.

A continuación se muestra la estructura de la organización matricial. [49]

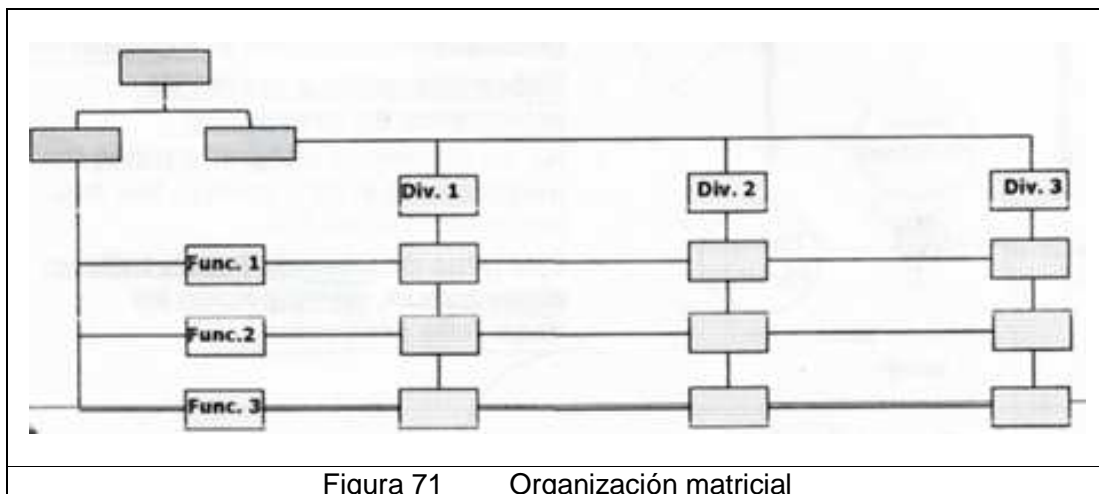


Figura 71 Organización matricial

- Organización horizontal

En este tipo de organización el trabajo se organiza en torno a los procesos, llevando una gestión por procesos, en la que el producto comienza en manos de los proveedores y termina en el cliente.

Los procesos son los que conforman y dan vida a este tipo de organización. Los distintos procesos se interrelacionan, de forma que simplificando los productos y servicios, podemos dar lugar a procesos y actividades más simples.

Para gestionar los procesos se utilizan determinados equipos, que son en los que se delega la gestión.

La organización horizontal facilita y permite un mayor grado de simplicidad operativa. Existe un menor número de jerarquías, y además la empresa está orientada hacia la maximización del cliente. [49]

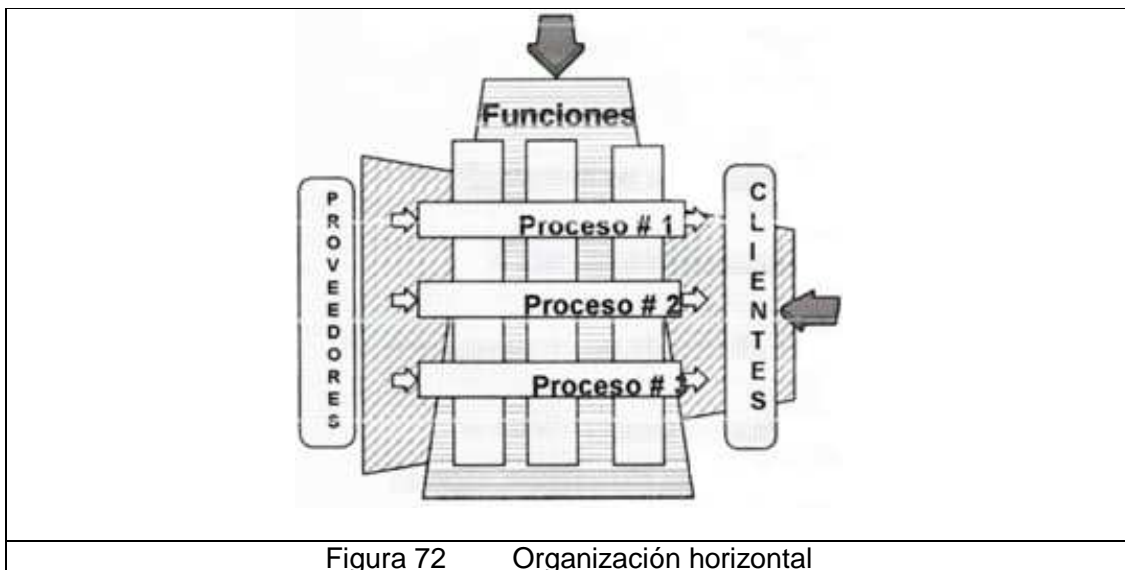


Figura 72 Organización horizontal

4.2.13 Metodología

Según Wikipedia, la metodología es el estudio de los procedimientos utilizados para alcanzar los objetivos de un proyecto. Es una versión amplia y detallada del ciclo de vida completo de desarrollo de un proyecto que incluye unas reglas, procedimientos, métodos y herramientas adecuadas para realizar el análisis detallado del proyecto. [50]

El enfoque metodológico para presentar un proyecto responde a las siguientes cuestiones, que tratan de establecer los pasos que se deben seguir para determinar, de la manera más eficaz posible, unos objetivos determinados:

- Naturaleza del Proyecto. ¿Qué se quiere hacer?
- Origen y Fundamento. ¿Por qué se quiere hacer?
- Objetivos. ¿Para qué se quiere hacer?
- Localización física. ¿Dónde se quiere hacer?
- Actividades y tareas. ¿Cómo se va a hacer?
- Calendario. ¿Cuándo se va a hacer?
- Destinatario o Beneficiarios. ¿A quienes va dirigido?
- Recursos humanos. ¿Quiénes lo van a hacer?
- Recursos materiales y financieros. ¿Con qué se va a costear?

Mediante la utilización de una metodología se busca conocer y controlar las máximas variables posibles de un proyecto, para posteriormente realizar un análisis del proyecto.

La metodología top-down de un proyecto es la estrategia de proyecto que divide sucesivamente los problemas grandes y complejos en problemas menores y menos complejos, hasta que el problema original pueda ser expresado como una combinación de problemas pequeños y fácilmente solucionables. [51]

4.2.14 Oficina de Proyecto

Según Wikipedia, la oficina de gestión de proyectos, también conocida por PMO (Project Management Office), es el departamento que define y mantiene estándares de procesos relacionados con la gestión de proyectos dentro de una organización. La PMO es la fuente de la documentación, dirección y métrica en la gestión y la ejecución de proyectos. [52]

La función de la oficina de proyecto es organizar el trabajo, las personas, los procesos, la tecnología y la información.

Proporciona la visión, el enfoque y la claridad de los objetivos del proyecto. Garantiza la coordinación de los recursos tanto internos como externos llevando una planificación estructurada. Proporciona las herramientas y técnicas necesarias para ayudar a los administradores de proyectos a ejecutar los proyectos con éxito. Supervisa el estado del proyecto. Mitiga los riesgos de la implementación, ofreciendo la funcionalidad que desea el Cliente.

Según los apuntes de clase de la asignatura de Proyectos, algunas de las responsabilidades que tiene la OP son:

- La OP es un departamento separado que ayuda a crear la metodología de la empresa y facilita la gestión de los proyectos, asignando una determinada gestión del proyecto a los distintos departamentos de la empresa.
- Planifica las necesidades del proyecto y maximiza la productividad de los recursos del proyecto.
- Proporciona una visión completa de todas las actividades del proyecto y un resumen de los costes y el progreso para toda la empresa.

- Actúa como centro de coordinación de toda la documentación del proyecto.
- Está involucrado en la creación de los criterios y métodos que garanticen que lo realizado en el proyecto esté alineado con los objetivos establecidos por el Cliente.

4.3 Proyecto del CAMM

El proyecto del CAMM presenta una gran complejidad de gestión, ya que implica un alto grado de coordinación entre los operarios y los ingenieros involucrados. Es necesario que las personas involucradas en cada actividad estén interrelacionadas entre sí para asegurar una gestión rápida y eficiente.

Además existen numerosas variables que pueden causar un retraso en la adquisición y el despliegue del proyecto, ya que pueden surgir algunos imprevistos técnicos al realizarse las pruebas de integración, se pueden originar retrasos en el suministro de equipos, o retrasos en el proyecto porque surjan inconvenientes al conceder el permiso de trabajo civil.

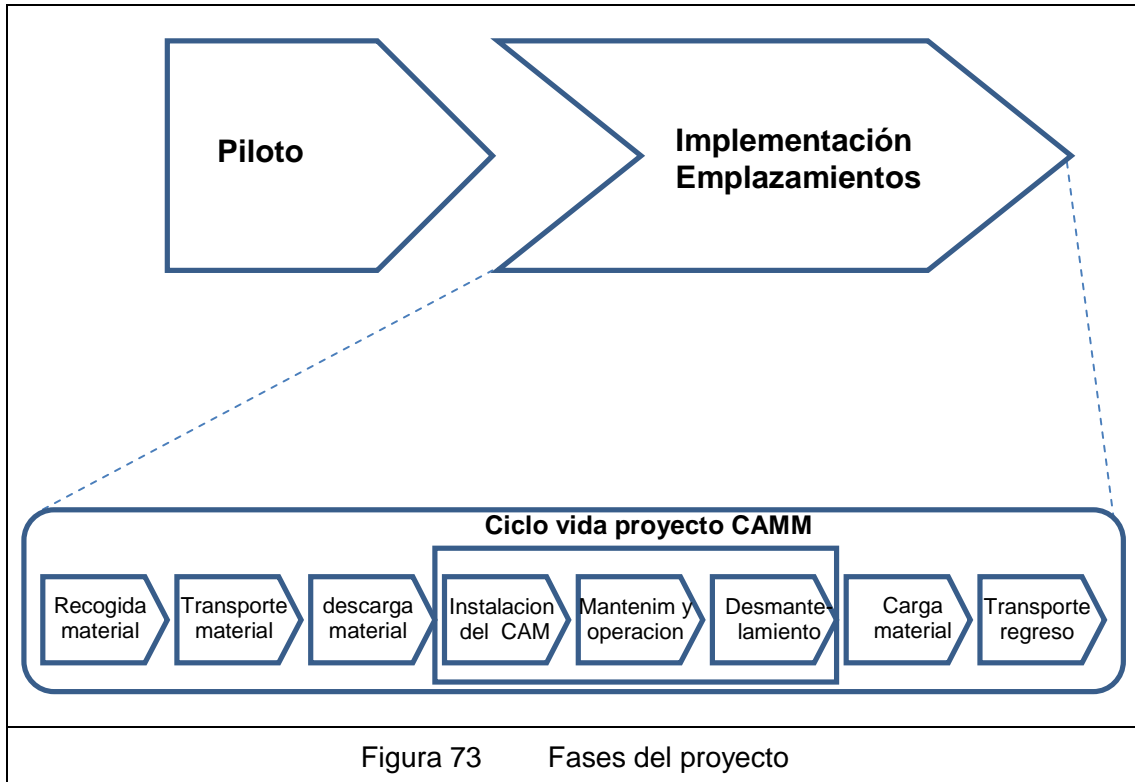
También supone un desafío la adquisición de almacenes u otros lugares de trabajo, tanto por factores de calidad como por razones técnicas, ya que es necesario un espacio suficientemente grande para la instalación de todo el equipamiento debido a la gran magnitud del CAMM.

La complejidad se puede clasificar en tres grupos:

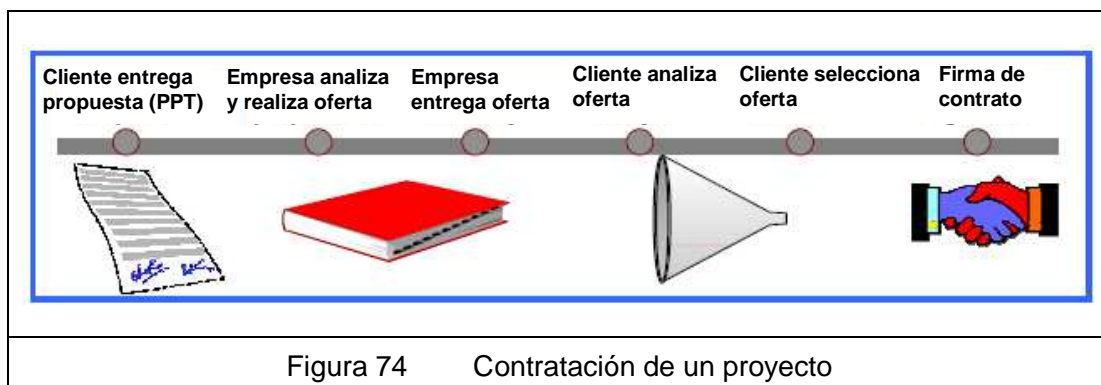
- 1) Abarca diferentes áreas de ingeniería. Civil para la obra y construcción de las tiendas y shelters. Telecomunicaciones para la instalación de los equipos de telemedicina y comunicaciones. Informática para la configuración del software y de los equipos informáticos. Eléctrica para efectuar las instalaciones eléctricas.
- 2) Su ámbito geográfico es global. Implementándose el proyecto en diferentes países del mundo. El piloto del CAMM se realiza en Madrid y se implementa en diferentes emplazamientos de la península y el extranjero.
- 3) Gran número de empresas involucradas en el proyecto: Hay diferentes empresas para el diseño, desarrollo, implementación y el mantenimiento. Dichas empresas son de diferente naturaleza:
 - Fabricantes de shelters.
 - Fabricantes de equipos de transmisión, de contenedores de transporte y de conectores y cableado, implementación de sistemas de comunicaciones e integración del proyecto (gestión y material).
 - Fabricantes de redes de telemedicina, desarrolladores de software.
 - Fabricantes de tiendas de campaña industriales, y de conectores entre las tiendas y los shelters.

4.3.1 Fases del proyecto

El proyecto consta de dos grandes fases diferenciadas (Figura 73): Fase piloto y fase de implementación de emplazamiento.



Previo a la fase piloto, se sigue un proceso de contratación (Figura 74) en el cual el Cliente, la Cruz Roja, entrega un pliego de prescripciones técnicas (PPT) al Contratista. Tras la recepción del PTT y su análisis, el contratista realiza una oferta que se le envía al Cliente. El Cliente tras la aceptación de la oferta, firma contrato con el contratista.



Una vez firmado el contrato, pasamos a la fase piloto que describimos a continuación:

○ **FASE PILOTO:**

El piloto sigue las etapas de un proceso clásico de implementación de sistemas: análisis, diseño, implementación, integración, pruebas y lanzamiento.

A continuación, se enumeran y describen todos los pasos de implementación del proyecto una vez que se ha firmado el contrato habiendo aceptando la oferta, hasta que se envía todo el sistema completo al cliente.

Primeramente se realiza la etapa de Análisis y Diseño del sistema, que consta de los siguientes puntos.

1) Tras la firma del contrato, se establece un grupo de trabajo que realiza un análisis de la solución propuesta a partir de la Oferta y el Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT) suministrado.

Este análisis es realizado por el Responsable de Ingeniería de sistemas Diseño y el Responsable de Ejecución. En éste se identifican los requisitos funcionales y las prestaciones del sistema, los requisitos de los interfaces externos al sistema, las características físicas tales como almacenamiento, seguridad física, vulnerabilidad, etc, los requisitos de fiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad, etc, los requisitos referentes a las condiciones ambientales, requisitos de flexibilidad y expansión, requisitos de diseño, instalación y construcción, requisitos de documentación, los requisitos operativos tales como mantenimiento, transporte, requisitos de alimentación, refrigeración, impacto en instalaciones existentes, etc, requisitos de personal y formación, y requisitos de verificación, validación y pruebas.

2) Una vez completado dicho análisis, identificando todos los requisitos deseados, se convoca una reunión con el Cliente cuyo objetivo es el lanzamiento inicial del proyecto.

3) Tras la reunión, se pretende detectar si existen diferencias entre las condiciones que mostraba el Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT) y las reales al comienzo del proyecto, ya que han podido aparecer condicionantes que obliguen a realizar modificaciones a causa del periodo de tiempo transcurrido o por una falsa evaluación tanto del contratante (PPT) como del contratista (Oferta), y se desea que el proyecto responda perfectamente a las expectativas para las que fue generado.

También en esta primera reunión pueden aparecer por requerimientos del proyecto o por petición del Cliente, modificaciones por mejoras, minoraciones o ampliaciones que alteren algunos de los requisitos originales definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT) y en la Oferta. Esto producirá el documento de propuesta de modificación.

4) Al finalizar la reunión, se realiza un acta en el que se especificarán los detalles previstos para la ejecución, calendarios, pruebas, etc.

5) Una vez aceptado el Acta de Reunión por el Cliente se considera documentalmente válido para iniciar el Proyecto.

6) Tras el análisis, la oferta y la documentación asociada contendrá toda la información suficiente para que el Responsable de Ejecución del Proyecto pueda realizar las actividades asignadas.

7) Se realiza el diseño del sistema, que incluye los estudios y los análisis de ingeniería necesarios que cumplen los requisitos técnicos y operativos, especialmente en el diseño de la instalación. También se describe el concepto operativo del sistema, describiendo cómo se realiza el mantenimiento del sistema. Se divide el sistema en elementos hardware y software que se especificarán en detalle, y se identifican las operaciones manuales del sistema.

8) Como resultado de dicho análisis, se genera el documento de Diseño del Sistema y la Tabla de Desviaciones, si se han producido alguna.

9) Dicho documento junto con la planificación de los trabajos y todos los planos necesarios para la ejecución, se envía al Director de la OP a espera de recibir su aprobación y empezar a realizar los trabajos requeridos.

A continuación se pasa a la fase de Adquisición y Desarrollo de elementos de diseño. En esta fase del proyecto se realiza un seguimiento del producto desde que sale de la fábrica del proveedor hasta que llega al almacén de destino (FAT). Todos los productos se prueban por separado en Fábrica (FAT).

10) Se efectúan los análisis necesarios de compra/fabricación de acuerdo a las normas de calidad de la compañía, siguiendo el Manual de Garantía de Calidad de la empresa contratista.

11) Antes del envío de los productos, se solicitan los certificados correspondientes de inspección y ensayo en la recepción de los productos.

12) Se adquieren todos los productos junto con su software necesario para la realización del proyecto.

13) Se realiza una inspección tras la recepción de los productos. Por lo tanto, éstos se realizan previamente a su instalación donde se considere más conveniente. Los procedimientos de inspección se realizarán de acuerdo al plan de calidad y plan de pruebas del proyecto.

14) Se inspecciona la documentación técnica comercial y se realizan las Pruebas de Aceptación de acuerdo al Plan de Pruebas.

15) Antes del comienzo de la realización de las pruebas, se elaboran unos Procedimientos de Pruebas en fábrica, que son documentos en los que se declaran las condiciones que han de cumplirse, y el procedimiento que ha de seguirse para la ejecución de las pruebas, que incluye el estado en que se encuentra el equipo que se quiere probar junto con las instalaciones asociadas. De este modo, se permite que el personal técnico pueda realizar las pruebas de forma ordenada y secuencial. Además, se crea un listado de los equipos de prueba y sus accesorios asociados, tales como cables, adaptadores de prueba, etc., que son necesarios para realizar las pruebas. Se esquematiza el montaje necesario para la realización de las pruebas. Se generan diagramas que ilustran los resultados esperados de las pruebas, indicando las tolerancias permitidas, de modo que los elementos del sistema cumplan con los requisitos técnicos y operativos.

16) Los resultados de las pruebas se van a recoger en un documento denominado Informe de Resultados de Pruebas.

A continuación se pasa a la fase de Integración y Pruebas del Sistema. Los elementos de diseño se integrarán y probarán hasta llegar a la recepción final del sistema. Hasta este momento se han realizado mensualmente reuniones de seguimiento donde se revisa el estado del proyecto.

17) Previo a las tareas de integración, se genera la documentación necesaria sobre cableado, interfaces y las funcionalidades de los subsistemas. Tal información se entrega a los responsables de montaje para su seguimiento.

18) Durante la instalación y previo a la entrega, se le propone al cliente un plan de pruebas, que tras su aceptación, éste plan se lleva a cabo.

19) Antes de la realización de las pruebas, el grupo de trabajo de la empresa contratista, prepara y entrega los siguientes documentos:

- ⇒ Manuales Técnicos.
- ⇒ Manual de Operación del Sistema.
- ⇒ Manual de Mantenimiento del Sistema.
- ⇒ Protocolos e Informes de Pruebas en fábrica.
- ⇒ Plan de Formación y Entrenamiento.
- ⇒ Plan de Mantenimiento.
- ⇒ Plan de Fiabilidad.

20) Una vez que se instalan todos los elementos del sistema y la oficina de programa (OP) apruebe las pruebas de aceptación del sistema, se lleva a cabo la ejecución de dichas pruebas.

21) Los resultados obtenidos de las pruebas realizadas se recogen en un documento denominado Informe de Resultados de Pruebas.

22) Tras la ejecución de las pruebas, éstas se aprobarán demostrándose que el sistema funciona correctamente después de su instalación, que no se ve afectado por su entorno de operación y su operatividad es acorde a la definida en el Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT).

23) Finalmente, se realiza la documentación de dichas pruebas, que incluyen todas las comprobaciones que se han realizado y que los resultados obtenidos satisfacen los requisitos establecidos. Las pruebas que se han realizado están descritas con detalle en el Plan de Verificación, Validación y Pruebas.

A continuación pasamos a la fase de Lanzamiento, en la que la empresa contratista procede a la entrega del Sistema al Cliente.

Antes de enviar el sistema final al Cliente, todos los elementos objeto del contrato son entregados a la oficina de programa (OP) para su aprobación. A partir de este momento ya se puede proceder a la entrega el sistema.

En la sede del Cliente se recibe todo el sistema y personal de la empresa contratista realizan las pruebas de los equipos para que el Cliente compruebe su correcto funcionamiento. Se imparte una formación al personal que se va a encargar de la operación y el mantenimiento del sistema en un emplazamiento final. Además, la empresa contratista entrega en este momento toda la documentación del proyecto, que ha sido aprobada por la OP.

A partir de este momento, firmada la aprobación del sistema entre el Cliente y el contratista, la empresa contratista se evade de responsabilidad, y ya es responsabilidad absoluta del Cliente de implementar el CAMM en el emplazamiento destino.

○ **FASE IMPLEMENTACIÓN EMPLAZAMIENTOS:**

Se realiza la implementación del CAMM en el emplazamiento elegido, de acuerdo con los siguientes pasos: Recopilación del material en los contenedores de transporte (incluye su compra), transporte físico del material al emplazamiento, descarga del material en el emplazamiento, instalación del CAMM, pruebas, operación y mantenimiento del CAMM, desmantelamiento del CAMM, carga del material en los contenedores de transporte y transporte de vuelta.

De todos los pasos que se llevan a cabo en esta fase, vamos a detallar la operación y el mantenimiento del CAMM, pues consideramos que además de ser el paso que conlleva mayor duración en esta fase, es la actividad que mayor incertidumbre plantea en cuanto a como se va a contratar y realizar el mantenimiento.

▪ **Operación y mantenimiento:**

Para lograr un adecuado diseño del CAMM, no sólo es fundamental una buena ejecución de obra y montaje, sino también un eficiente servicio de mantenimiento. El CAMM debe conservarse en las mejores condiciones de funcionamiento que garanticen tanto seguridad como eficiencia. Para ello, es necesario contar con un servicio de mantenimiento.

Por lo tanto, va a haber un control continuo de todas las instalaciones y de los equipos que constituyen el CAMM. Se realizan trabajos de reparación y revisión, que proporcionan un funcionamiento regular y un buen estado de conservación de todas las instalaciones.

Para el mantenimiento y la reparación de los equipos se puede contratar un servicio de mantenimiento a distintas empresas suministradoras o fabricantes de equipos, o a una única empresa especialista que se responsabiliza del mantenimiento de todos los equipos.

Examinando ambas posibilidades, en el CAMM se contrata a una empresa de mantenimiento que cuente con técnicos especialistas, bien formados y motivados. Aunque sea más fácil y cómodo el contratar un mantenimiento por cada equipo existente, el coste total de todos los contratos es mucho mayor que al contratarlo con una única empresa de mantenimiento.

Se contrata el mantenimiento del CAMM por acuerdo marco de acuerdo a:

- los años que va a estar operativo el CAMM.
- los equipos a mantener.
- la zona de trabajo o lugar donde se despliega el CAMM.
- el estado de operatividad del 90%.

Inicialmente, se realiza un contrato por 2 años a la empresa de mantenimiento con un coste de 110000€ por año. Cada 2 años se va renovando el contrato de mantenimiento.

Hay que tener en cuenta que todos los equipos comprados tienen una garantía de 2 años. Por lo tanto, se empezará la contratación de esta empresa de mantenimiento a partir del tercer año de funcionamiento del CAMM. La empresa de mantenimiento se encargará de suministrar todos los repuestos que se necesiten.

El personal contratado para realizar el mantenimiento del sistema va a recibir una formación en la sede del Cliente por la persona que será responsable de la gestión y la coordinación de este grupo de trabajo. El grupo de trabajo de mantenimiento junto con la persona que los coordina partirá de la sede del Cliente al emplazamiento final en un vuelo regular.

La empresa de ingeniería es la responsable de la fase piloto mientras que el Cliente (Cruz Roja) es responsable de la fase de implementación emplazamientos.

4.3.2 Organización del proyecto

En el proyecto hay tres grandes partes involucradas: unión temporal de empresas (UTE), oficina de proyecto (OP) y el Cliente. Su relación puede verse en la Figura 75.

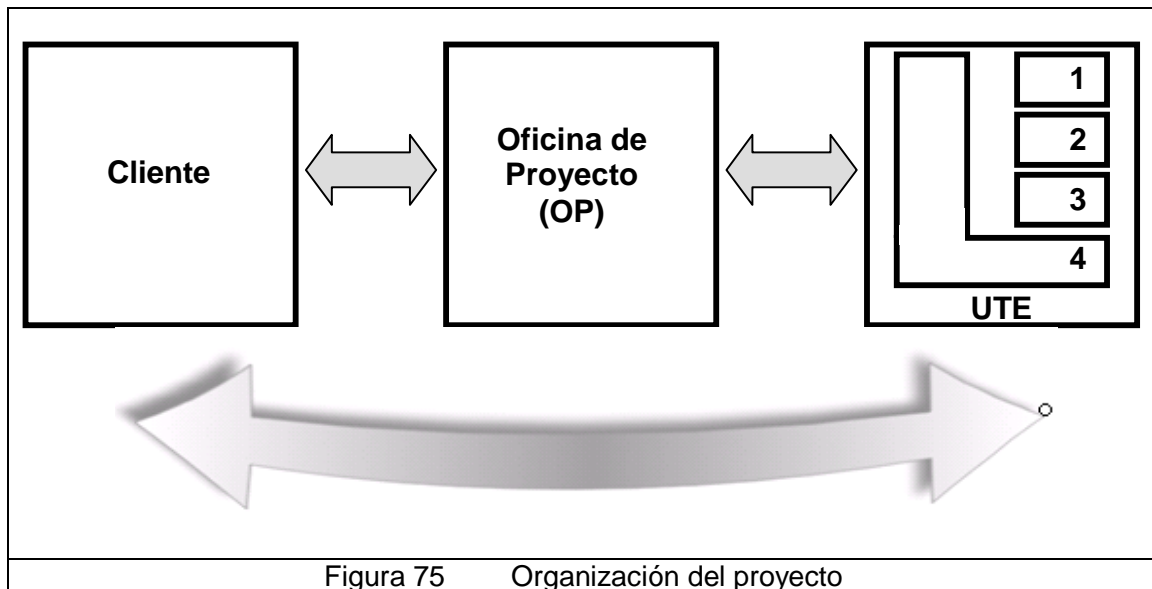


Figura 75 Organización del proyecto

– **UTE:**

La gestión del proyecto es llevada a cabo por una unión temporal de empresas (UTE), constituida por 4 empresas que se han unido para desarrollar el proyecto, y se constituyen como una única empresa temporalmente hasta la finalización del proyecto. Esta unión conlleva la puesta en común de recursos, conocimientos y experiencias de las distintas empresas asociadas. La empresa de Ingeniería es la responsable por coordinar la UTE.

La responsabilidad de cada una de las empresas es la siguiente:

- Empresa 1: Esta es la empresa fabricante de shelters, y además, se encarga de realizar las plantas de energía del CAMM.
- Empresa 2: Esta es la empresa fabricante de redes de telemedicina y desarrolladores de software.
- Empresa 3: Esta es la empresa que fabrica las tiendas y los conectores entre las tiendas y los shelters. Además realiza toda la distribución eléctrica y de iluminación del CAMM.

- Empresa 4: Esta es la empresa de Ingeniería. Es responsable de coordinar la UTE así como de hacer de interfaz entre el Cliente y la OP. Se encarga de la integración del proyecto en cuanto al material suministrado por las demás empresas de la UTE y la gestión. Es el responsable del control y seguimiento de las subcontrataciones del proyecto. Además, realiza los diseños de los sistemas de comunicaciones y detección y extinción de incendios, adquiere todo el equipamiento médico y de comunicaciones y es el fabricante de los contenedores de transporte.

Se realizan reuniones de seguimiento del grupo de trabajo de la UTE cada mes. La empresa de ingeniería realiza un acta de cada una de las reuniones de seguimiento del grupo de trabajo, y la presenta en la Oficina de Proyecto para su aprobación.

– **OP:**

Existe una Oficina de Proyecto (OP) que constituye la estructura de apoyo administrativo y de gestión del proyecto. Tiene una responsabilidad directa sobre el proyecto. Actúa como centro de coordinación de toda la información del proyecto. Es presidida por un jefe de proyecto (JP). La OP se encarga de planificar el proyecto, y aprobar los documentos realizados. Para ello, eventualmente el JP convoca reuniones con la UTE. La OP debe aprobar todos los documentos requeridos en el proyecto, antes de enviar el sistema final al Cliente.

– **Cliente:**

El Cliente (Cruz Roja) es el único responsable de la fase de emplazamiento. Sin embargo no tiene una responsabilidad definida durante la fase piloto del proyecto. Este es el destinatario final de todo el sistema diseñado por la UTE.

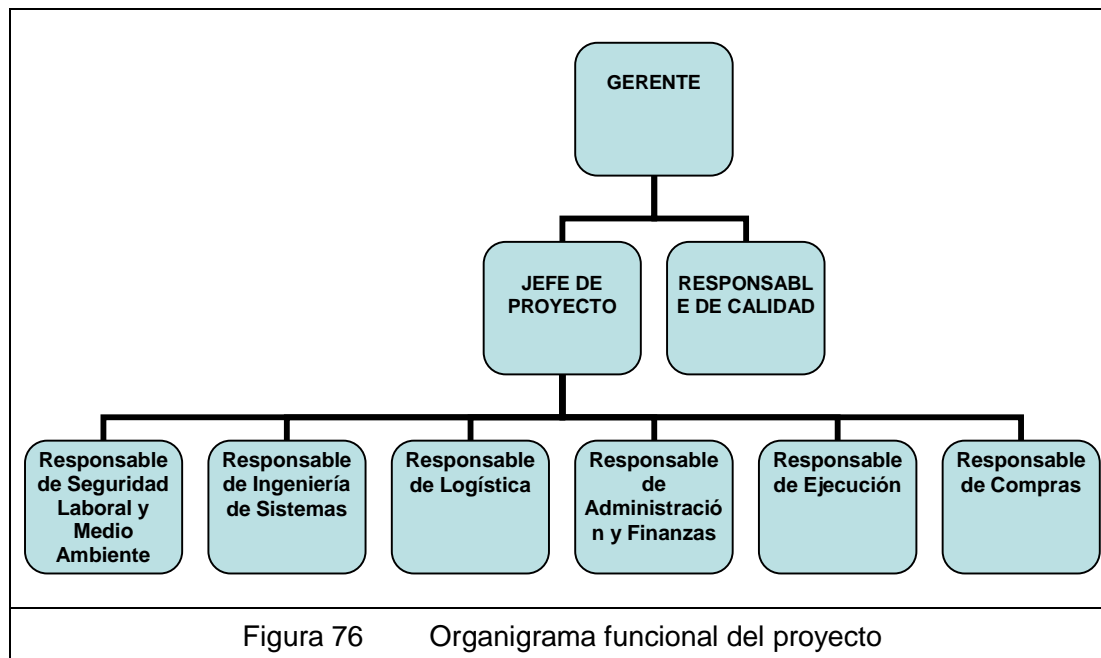
El Cliente tiene reuniones con la OP cada 15 días aproximadamente. En dichas reuniones se tratan los asuntos relacionados con la gestión del proyecto.

Enfocamos nuestro análisis de la organización del proyecto en la empresa 4 (empresa de Ingeniería), mostrada en la Figura 75.

La organización del proyecto es de un equipo dedicado al 100% al proyecto organizado de modo jerárquico por funciones. Corresponde a un modelo de organización funcional. Se presenta una estructura en tres niveles de autoridad y responsabilidad, siendo el nivel superior el de mayor autoridad en la organización. Existe un responsable en cada área funcional de la organización con un alto nivel de autoridad sobre su grupo de trabajo.

El equipo de trabajo consta de 9 gerentes: el gerente, el jefe del proyecto, el responsable de calidad y los responsables de las diferentes áreas funcionales: ingeniería de sistemas, ejecución seguridad laboral y medio ambiente, compras, logística, administración y finanzas.

A continuación se muestra el organigrama funcional del grupo de trabajo que interviene en el proyecto.



El objetivo y la responsabilidad de este grupo de trabajo es analizar la solución propuesta a través de los documentos que han formalizado el contrato, tales como el pliego de prescripciones técnicas (PPT), la oferta y el propio contrato.

La definición de las condiciones de contratación con los distintos proveedores, se realiza de forma conjunta entre el jefe de proyecto, y el departamento de compras. El jefe de proyecto se encarga de la gestión y el control de las subcontrataciones a los distintos proveedores. El departamento de compras asume la responsabilidad de las relaciones económicas con los proveedores, la tramitación de pedidos, la realización de pagos, etc.

Las responsabilidades de cada uno de estos gerentes que intervienen en el proyecto son las siguientes:

- **Gerente**

Se designa a una persona como gerente de la UTE que se encarga de diseñar la política de dirección del proyecto. Es el representante de todas las empresas que integran la unión. Desarrolla las funciones de dirección y control de la ejecución del proyecto. Decide sobre los planes de trabajo que proponen los técnicos, adquisición o alquiler de maquinaria y tecnología para la consecución del objetivo buscado y operaciones financieras para obtener recursos adicionales precisos.

- **Jefe de Proyecto**

Se designa a una persona como jefe de proyecto. Sus funciones son liderar el grupo de trabajo, desde el punto de vista operativo, y será el último responsable de que los equipamientos se entreguen de acuerdo con los requisitos que establece la Oficina de Programa.

Es el responsable de la gestión, coordinación e implementación de todos los aspectos del proyecto. Garantiza la comunicación entre todas las partes implicadas y controla que se cumplen los plazos fijados y los objetivos económicos. Al jefe de proyecto se le notifican todos los problemas que puedan surgir y ante algún problema, dirige al personal adecuado para su rápida resolución. Debe mantener unas buenas relaciones con el cliente.

Regularmente, el jefe de proyecto elabora informes sobre el progreso del proyecto. Además programa reuniones periódicas con los responsables de cada área funcional para llevar un seguimiento y determinar los pasos a seguir en cada momento.

El jefe de proyecto actúa como único interlocutor ante la oficina de programa, canalizando las comunicaciones y responsabilizándose de la gestión de los trabajos.

- **Director de Calidad**

El director de calidad establece un Plan de Calidad que se adecua a los estándares de Calidad.

El director de calidad dirige la política de Calidad del proyecto, las auditorias de Calidad, vigila la Calidad del proyecto, verifica y valida los requisitos, controlar el cumplimiento de los estándares de calidad por parte de proveedores y subcontratistas, y registran todo lo relativo a la calidad del Proyecto.

Las responsabilidades de las restantes 6 gerencias junto con sus equipos de trabajo son las siguientes:

- **Responsable de Seguridad Laboral y Medio Ambiente**

Se designa a una persona como responsable de seguridad laboral y medio ambiente cuyo objetivo es eliminar cualquier posible accidente laboral o medioambiental, garantizando unas condiciones de trabajo satisfactorias. Ofrece servicios de asesoramiento a los trabajadores sobre la prevención de riesgos laborales o la gestión de residuos y cuestiones ambientales. Tiene en cuenta la salud de los trabajadores, respetando siempre el medio ambiente.

- **Ingeniería de Sistemas**

Este departamento está constituido por el responsable de ingeniería de sistemas y un equipo de ingenieros formado por 5 personas internas y 1 persona subcontratada.

El responsable de ingeniería de sistemas realiza la planificación técnica del proyecto y asesora al jefe del proyecto en todo lo relativo a los aspectos técnicos. Se encarga de elaborar la especificación de diseño del sistema completo y sus subsistemas, evalúa la criticidad en la realización del proyecto, planifica los desarrollos de ingeniería que hay que llevar a cabo, establece los requisitos técnicos y operativos, fija las características que se deben cumplir en el proyecto, asegura el cumplimiento de las especificaciones solicitadas, realiza la documentación del proyecto, gestiona la configuración, supervisa las pruebas de aceptación y emplazamiento, y coordina al equipo de ingenieros de dicho departamento.

El equipo de ingenieros depende del responsable de ingeniería de sistemas. Son responsables de la realización de los estudios técnicos que se precisen durante su ejecución, aportando soluciones técnicas acordes con los requerimientos del proyecto.

- **Responsable de Logística**

Las funciones del departamento de Logística son fundamentalmente la gestión de los materiales recibidos de los diferentes proveedores, la gestión del almacén, realizan el envío y recepción de material a los diferentes proveedores para la integración de los elementos que componen los shelters y tiendas entregables, y gestionan los entregables definitivos.

- **Responsable de Administración y Finanzas**

Se designa a una persona para llevar el control económico y financiero del proyecto. Da soporte en estos aspectos al jefe de proyecto y realiza las gestiones administrativas necesarias.

- **Ejecución.**

Está formado por el responsable de ejecución y su equipo de ejecución constituido por 3 personas internas y 10 subcontratados. Realizan las tareas de ejecución asignadas del proyecto.

Elaboran un manual de instalación previo a la instalación de los equipos, que sirve de guía a los instaladores y al personal de mantenimiento. Realizan todos los trabajos para la puesta en marcha de los equipos. Elaboran los protocolos de pruebas para evaluar el correcto funcionamiento de los equipos instalados, que sirven como pruebas de aceptación de los sistemas ante el cliente. Normalmente, el conocimiento de las pruebas realizadas es imprescindible para diagnosticar las posibles averías durante la garantía o el periodo de mantenimiento. Además realizan las pruebas de inspección exigidas por los requerimientos del cliente de acuerdo con el plan recibido del departamento de ingeniería. Completan el plan de pruebas y dan su resultado. Después de la instalación, de la puesta en marcha y de la realización de las pruebas de los equipos, imparten cursos de operación y mantenimiento, y elaboran los manuales para impartir dichos cursos. Cubren la disponibilidad y la atención de emergencias posventa durante el periodo de garantía.

▪ **Responsable de Compras**

El responsable del departamento de Compras establece acuerdos de compra con los proveedores, realiza las compras en base a las especificaciones técnicas elaboradas por el jefe de proyecto y los ingenieros de sistemas, colaboran en la definición de las condiciones contractuales con proveedores, realizan el seguimiento de los pedidos, y realizan los pagos a proveedores con un seguimiento de sus certificaciones.

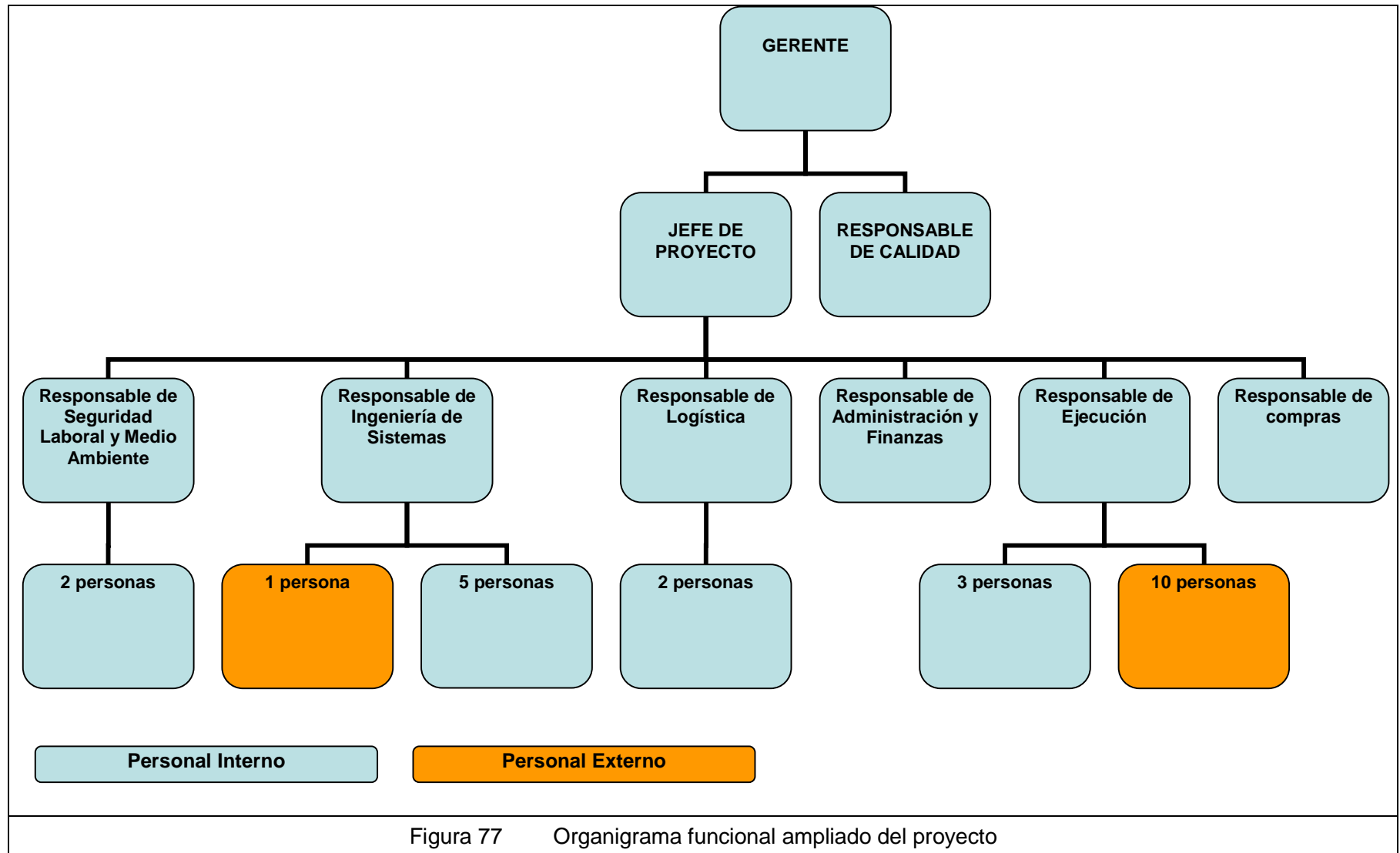
En la organización de la empresa Ingeniería participan unas 32 personas. Podemos ver un desglose del personal en la Tabla 9 y su organización en el organigrama de la Figura 77.

	Personal interno		Personal subcontratado
	Responsable	Equipo	
Gerente UTE	1	0	0
Jefe de Proyecto	1	0	0
Director de Calidad	1	0	0
Responsable de Seguridad Laboral y Medio Ambiente	1	2	0
Ingeniería de Sistemas	1	5	1
Responsable de Logística	1	2	0
Responsable de Administración y Finanzas	1	0	0
Ejecución	1	3	10
Responsable de Compras	1	0	0
TOTAL	9	12	11
Tabla 9 Personal de la empresa de Ingeniería.			

En total el proyecto consta de 32 personas aproximadamente. 65% internos y 35% subcontratados.

Todas las gerencias tienen una gran representatividad dentro de la empresa como para realizar los cometidos y responder a las actividades de sus respectivas áreas.

A continuación se muestra el organigrama funcional ampliado indicando el número de integrantes en cada área funcional que interviene en el proyecto.



4.3.3 Riesgos del proyecto

Analizamos los riesgos del proyecto usando la metodología del PMI basada en el triángulo gestión de proyectos: ámbito, coste y tiempo, según puede verse en la siguiente matriz (Tabla 10).

Condiciones definidas para la magnitud del impacto de un riesgo sobre los objetivos del proyecto					
Objetivos del proyecto	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Coste	Incremento insignificante del coste	Incremento del coste <10%	Incremento del coste 10%-20%	Incremento del coste 20%-40%	Incremento del coste >40%
Tiempo	Incremento insignificante del tiempo	Incremento del tiempo <5%	Incremento del tiempo 5%-10%	Incremento del tiempo 10%-20%	Incremento del tiempo >20%
Ámbito	Disminución del ámbito del proyecto apenas perceptible	Pocas áreas del ámbito del proyecto afectadas	Muchas áreas del ámbito del proyecto afectadas	La reducción del ámbito del proyecto es inaceptable	La finalización del proyecto es inútil
Calidad	La degradación de calidad es apenas notable	Únicamente son afectadas las aplicaciones muy demandadas	La reducción de calidad requiere de la aprobación del cliente	La reducción de calidad es inaceptable para el cliente	La finalización del proyecto es inútil

Tabla 10 Matriz de impacto de Riesgos

A continuación vamos a listar los riesgos que sean más probables que existan en el proyecto del CAMM. Los clasificamos en función de su tipo de riesgo, riesgo interno o riesgo externo, y finalmente, realizamos los procesos de análisis, evaluación y control de dichos riesgos, incluyendo como se podrían mitigar o eliminar.

- **Lista (no exhaustiva) de riesgos.**

A continuación vamos a identificar que riesgos son más probables que afecten al sistema

LISTADO DE RIESGOS	
1	Que no llegue el material a tiempo.
2	Que llegue defectuoso el material.
3	Que el terreno no sea adecuado para instalar el CAMM.
4	Que haya un temporal que destruya el CAMM. Desastres naturales: terremotos, inundaciones.
5	Fuegos en el CAMM
6	Robos en el CAMM
7	Posibilidad de sufrir vandalismo durante la estancia de todo el equipamiento en el almacén del cliente hasta la recepción final sin el control del contratante.
8	Cambios de rol de personal asignado al proyecto.
9	Pérdida de personal de difícil sustitución.
10	Ausencia de personal médico suficiente para constituir un hospital en lugar de emplazamiento del CAMM.
11	Imposibilidad de transportar todo el equipamiento del CAMM al lugar de destino debido a condiciones meteorológicas adversas. Por tanto, se retrasa el envío.
12	No hay un almacén adecuado definido en la Cruz Roja para alojar el CAMM.
13	No poder instalar los sistemas de telecomunicaciones en el emplazamiento.
Tabla 11 Listado de Riesgos	

- **Clasificación de los riesgos.**

A partir de la lista anterior de riesgos, los clasificamos en función de si son riesgos internos o externos, y justificamos dicha clasificación.

Los riesgos internos se pueden gestionar o mitigar bajo el control del contratista, sin embargo los riesgos externos necesitan de la participación del cliente para su gestión y/o eliminación.

LISTADO DE RIESGOS		TIPO DE RIESGO	JUSTIFICACIÓN
1	Que no llegue el material a tiempo (en fase 2).	Interno	Es un riesgo de tipo interno porque afecta al proyecto en cuanto a la planificación para montar del CAMM. Surge un retraso en la puesta en servicio del CAMM.
2	Que llegue defectuoso el material (en fase 2).	Interno	Es un riesgo de tipo interno porque afecta al proyecto en cuanto a la planificación para montar del CAMM. Habría que transportar nuevamente los materiales defectuosos, ocasionando un retraso en la puesta en servicio del CAMM.
3	Que el terreno no sea adecuado para instalar el CAMM (en fase 2).	Interno	Es un riesgo de tipo interno porque afecta al proyecto en cuanto a gasto de transporte. Transportaríamos todo el CAMM hasta dicho destino, pero una vez allí, al ver las malas condiciones del terreno, tendríamos que regresar al origen o seleccionar otro destino para implementar el CAMM.
4	Que haya un temporal que destroce el CAMM (en fase 2). Desastres naturales: terremotos, inundaciones.	Externo	Es un riesgo de tipo externo ya que impacta al personal médico y a los pacientes que se encuentren en el CAMM, pudiendo originar grandes daños corporales.
5	Fuegos en el CAMM (en fase 2).	Externo	Es un riesgo de tipo externo ya que afecta al personal médico y a los pacientes que se encuentren en el interior del CAMM, pudiéndose originar tanto daños corporales como económicos.
6	Robos en el CAMM (en fase 2).	Externo	Es un riesgo de tipo externo ya que afecta a los pacientes que se encuentren en el interior del CAMM. Con la desaparición de determinados equipos médicos, no se les podrá ofrecer a los pacientes una adecuada atención médica.
7	Posibilidad de sufrir vandalismo durante la estancia de todo el equipamiento en el almacén del cliente sin el control del contratante.	Interno	Es un riesgo de tipo interno porque afecta al proyecto en sí, pues el Cliente ya no podrá implementar el CAMM en ningún destino, hasta que no se volviese a recibir todo el equipamiento. Supone un mayor gasto en el proyecto.
8	Cambios de rol de personal asignado al proyecto (en fase 1).	Interno	Es un riesgo de tipo interno porque puede afectar al proyecto ocasionando un retraso en la ejecución, ya que

			cuando una persona cambia de rol existe un periodo de adaptación a su nuevo puesto.
9	Pérdida de personal de difícil sustitución (en fase 1).	Interno	Es un riesgo de tipo interno porque influye en la organización inicial del proyecto.
10	Ausencia de personal médico suficiente para constituir un hospital en lugar de emplazamiento del CAMM (en fase 2).	Externo	Es un riesgo de tipo externo ya que afecta a los pacientes, pues no podrán recibir una adecuada atención médica.
11	Imposibilidad de transportar todo el equipamiento del CAMM al lugar de destino debido a condiciones meteorológicas adversas (en fase 2).	Interno	Es un riesgo de tipo interno ya que origina un retraso en la implantación del proyecto del CAMM. Además, este riesgo afecta al proyecto en cuanto a mayor gasto de transporte.
12	No hay un almacén adecuado definido en la Cruz Roja para alojar el CAMM. (en fase 1).	Interno	Es un riesgo de tipo interno ya que afecta al proyecto, pues una vez que se ha diseñado el proyecto del CAMM, el no poderse guardar en ningún lugar, conlleva una pérdida considerable.
13	No poder instalar los sistemas de telecomunicaciones en el emplazamiento.	Interno	Es un riesgo de tipo interno ya que afecta al despliegue del CAMM en el emplazamiento.
Tabla 12 Clasificación de los riesgos			

- **Análisis de los riesgos según su impacto.**

A continuación vamos a demostrar como impacta cada riesgo en nuestro proyecto. Para dicho análisis hacemos uso de la matriz de impactos de riesgos (Tabla 10), y estudiamos como influye cada riesgo en cada una de las variables del triángulo de gestión de proyectos, justificando dicha decisión.

Listado de riesgos	Coste	Tiempo	Ámbito	Calidad	Total	Justificación
1	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Este riesgo influye considerablemente en el tiempo, pues supone el incumplimiento de los plazos de entrega, con un impacto medio en el coste pues supone gasto del personal contratado por horas, y afecta bastante al ámbito y a la calidad porque si únicamente llega una parte del material no se puede ofrecer toda la funcionalidad.
2	Alto	Alto	Muy alto	Muy alto	Alto-Muy Alto	Supone un gran coste económico y pérdida de tiempo pues será necesario comprar nuevo material, y por tanto, en este momento el ámbito y la calidad se ven muy afectadas porque el CAMM no puede desplegarse.
3	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Supone un gasto en tiempo y en dinero para acondicionar el lugar donde se va a desplegar el CAMM. Por lo tanto, es este momento no se podrá desplegar el CAMM, así que el

						impacto en su calidad y su ámbito es alto.
4	Alto	Medio	Muy alto	Muy alto	Alto	En cuanto al ámbito y la calidad, este riesgo impacta en gran medida pues no se podrá seguir prestando una atención médica en tal emplazamiento. Además tiene un impacto alto en el coste pues se tendrá que comprar nuevos equipos, y esto conlleva además un retardo medio en el tiempo.
5	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Este es uno de los mayores riesgos del CAMM. Todos los elementos que constituye el CAMM se dañarían, por lo que todo el trabajo hecho hasta entonces, ha sido una gran pérdida de tiempo y dinero. El proyecto del CAMM termina sin éxito.
6	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Si ocurriera este suceso, su impacto sería medio en general, pues no podrían robar el equipamiento fijo ni los shelters debido a su elevado peso. Por lo tanto, el CAMM podría seguir funcionando aunque no todas

						sus áreas.
7	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Bajo-Medio	Un robo en la sede del Cliente solo puede afectar al equipamiento no fijo. No afectará a los shelters debido a su elevado peso. Por ello, el coste y el tiempo que conlleva no es elevado ya que únicamente el Cliente tendrá que volver a comprar ciertos equipos. La calidad y ámbito es bajo porque no afecta a todo el proyecto en sí.
8	Bajo	Bajo	Muy bajo	Alto	Medio	En general es un riesgo medio. El coste es bajo ya que solo afectará si el personal asciende de puesto, que entonces se incrementará su sueldo. Ocasionaría una leve pérdida de tiempo, que es lo que tardara la persona en adaptarse a su nuevo puesto de trabajo. Este riesgo afecta mucho a la calidad ya que hay una curva de aprendizaje hasta que la persona se pone al día. Si fuesen pocos cambios, el riesgo sería menor.

9	Muy bajo	Muy alto	Alto	Alto	Alto-Muy Alto	<p>Este riesgo no impacta en el coste del proyecto, pues al reducirse el número de empleados, habrá un sueldo menos que costear. Sin embargo, al reducirse la plantilla, se tendrá que invertir más tiempo para suplir su función.</p> <p>Además, la pérdida de una persona de difícil sustitución puede repercutir en una disminución de la calidad y el ámbito del proyecto.</p>
10	Bajo	Alto	Muy Alto	Muy Alto	Alto	<p>Este riesgo implica un impacto muy bajo en el coste, pues al contar con menos personal médico, habrá que pagar menos sueldos.</p> <p>Repercutirá en el tiempo con factor alto, ya que los médicos existentes tendrán que invertir más tiempo para suplir a los no existentes. El impacto en el ámbito y la calidad es muy alto, pues sin el personal médico necesario, la calidad del servicio médico se reduce, no tiene sentido tener un hospital si no tienes quien atienda a los</p>

						pacientes.
11	Medio	Alto	Muy Alto	Alto	Medio	<p>Antes adversas condiciones meteorológicas, no se puede transportar el CAMM por lo que se retrasa el envío. Esto influye considerablemente en el tiempo. Existe un fuerte impacto en el ámbito del proyecto pues en este momento no se puede desplegar el CAMM. El impacto en el coste es medio pues hay que costear al personal transportado hasta que finalmente se llegue al destino. Además se reduce la calidad en cuanto al servicio médico prestado, pues aún no se ha podido ofrecer el servicio.</p>
12	Muy alto	Medio	Bajo	Bajo	Medio	<p>Este riesgo conlleva un coste muy alto porque tendremos que pagar el alquiler de otra nave. El impacto en el tiempo es medio referido al tiempo que se tarda en buscar un lugar apropiado para almacenar el CAMM. El impacto en el ámbito del proyecto y la</p>

						calidad de servicio es medio, ya que no se ve afectada porque sólo hay que cubrir el almacenaje.
13	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Implica un impacto muy alto en todos los ámbitos, pues una vez que se ha diseñado el sistema, no se podrá desplegar porque el emplazamiento no dispone de las infraestructuras de comunicaciones adecuadas.
Tabla 13 Análisis de los riesgos						

- **Planes de contingencia propuestos**

Para cada riesgo exponemos una solución para paliarlo, justificando la solución propuesta.

Listado de riesgos		Plan de contingencia
1	Que no llegue el material a tiempo (en fase 2).	Ampliar el plazo de comienzo de montar el centro médico, de este modo das más margen y no importa si llegan más tarde.
2	Que llegue defectuoso el material (en fase 2).	Se debe exigir una garantía al proveedor que cubra el reemplazo del producto.
3	Que el terreno no sea adecuado para instalar el CAMM (en fase 2).	Primeramente preparar el terreno para acondicionar el lugar donde se va a emplazar el CAMM, contando con toda la maquinaria necesaria.
4	Que haya un temporal que destroce el CAMM (en fase 2). Desastres naturales: terremotos, inundaciones.	Disponer de shelters que cuenten con un sobrotecho para protegerlo, o que sean completamente herméticos, para así aguantar los desastres.
5	Fuegos en el CAMM (en fase 2).	Disponer en el CAMM de los elementos e instalaciones adecuadas para mitigar un incendio. Aunque si es de gran magnitud, se tendrá que recurrir a la ayuda de los bomberos de la zona.

6	Robos en el CAMM (en fase 2).	Fijar todo el equipamiento a los shelters para que resulte más difícil su sustracción.
7	Posibilidad de sufrir vandalismo durante la estancia de todo el equipamiento en el almacén del cliente sin el control del contratante.	Fijar todo el equipamiento a los shelters para que resulte más difícil su sustracción.
8	Cambios de rol de personal asignado al proyecto (en fase 1).	Impartir formación para adaptarse más rápidamente a su nuevo puesto de trabajo.
9	Pérdida de personal de difícil sustitución (en fase 1).	Contratar a otra persona con amplia experiencia en este puesto de trabajo.
10	Ausencia de personal médico suficiente para constituir un hospital en lugar de emplazamiento del CAMM (en fase 2).	Contratar más personal médico. Esto aumentará el coste, disminuirá el tiempo, y la calidad y el ámbito del proyecto mejorarán considerablemente.
11	Imposibilidad de transportar todo el equipamiento del CAMM al lugar de destino debido a condiciones meteorológicas adversas. (en fase 2).	No se puede mitigar. Se tiene que esperar a que las condiciones meteorológicas mejoren.
12	No hay un almacén adecuado definido en la Cruz Roja para alojar el CAMM. (en fase 1).	Alquilar un almacén de dimensiones adecuadas para poder alojar todo el CAMM.
13	No poder instalar los sistemas de telecomunicaciones en el emplazamiento.	Hacer estudio previo de las infraestructuras de comunicaciones del lugar. Dotarlo de las infraestructuras más adecuadas para poder implantar el CAMM.
<p>Tabla 14 Planes de contingencia de riesgos</p>		

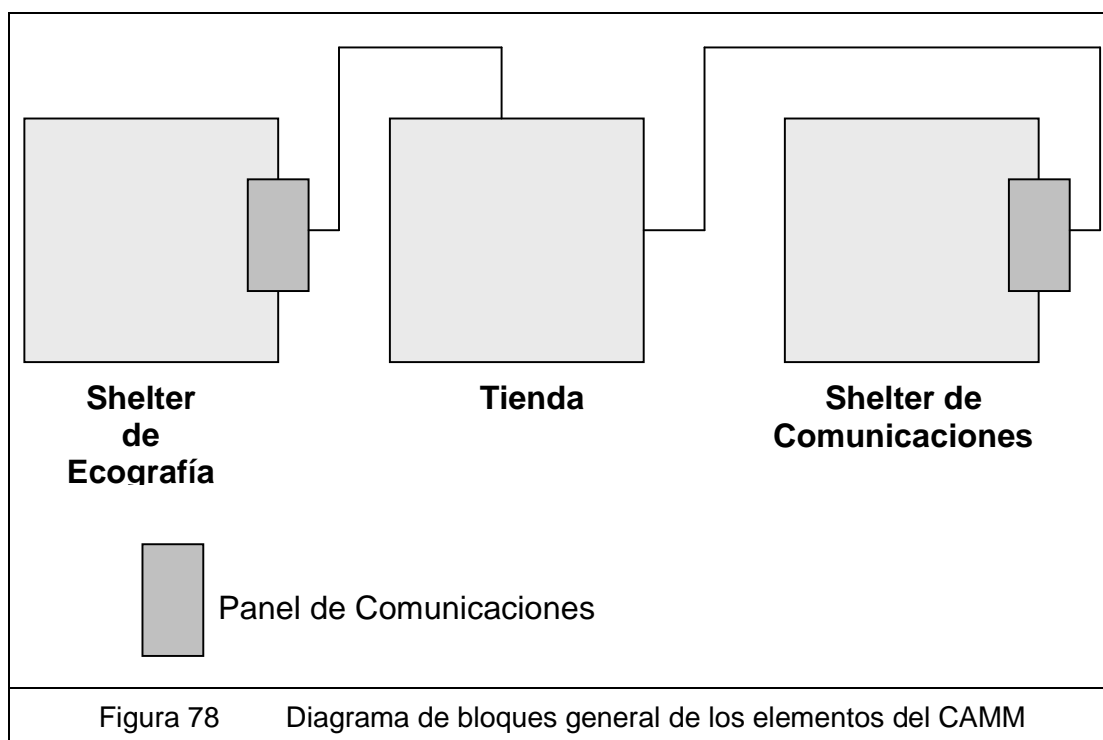
4.4 Sistema del CAMM

En este apartado vamos a analizar el funcionamiento del CAMM provisto de un servicio de Telemedicina. Para ello, primeramente explicamos de un modo general este funcionamiento, explicitándolo con los correspondientes diagramas de bloque. Una vez que hemos descrito el funcionamiento a grandes rasgos, lo detallamos por completo, apoyándonos en los correspondientes planos de su instalación.

4.4.1 Diagrama de sistemas

El sistema del CAMM se diseña con el objetivo de prestar un servicio de Telemedicina. Está formado por tres elementos: dos shelters y una tienda. Cada uno de estos elementos, va a integrar todos los equipos médicos y de comunicaciones que permiten prestar el servicio de Telemedicina.

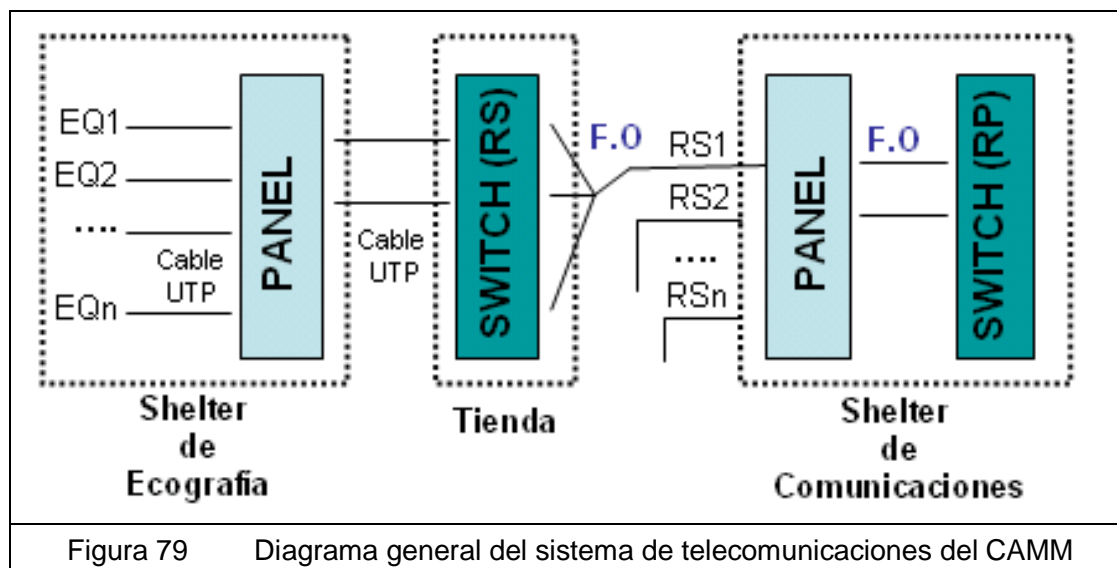
A continuación se representa un diagrama de bloques general de los elementos del sistema del CAMM que vamos a analizar y su interconexión.



El sistema del CAMM que estudiamos está formado por el Shelter de Ecografía, perteneciente al Bloque de Radiología, la Tienda de ese bloque y el Shelter de mando y control.

Cada uno de estos shelters tiene instalado un panel de comunicaciones de donde parte todo el cableado necesario hacia el exterior, que hace posible que cada shelter pueda comunicarse con la Tienda.

A continuación se muestra un diagrama de bloques que explica como se comunican los datos entre los distintos elementos del CAMM. Además se representan los equipos de comunicaciones más relevantes dentro de cada shelter y tienda, que hacen posible el funcionamiento del CAMM.



Tal como se refleja en esta figura, el shelter de Ecografía contiene diversos equipos médicos e informáticos (EQn) que todos se conectan al panel de comunicaciones de dicho shelter mediante cable UTP/FTP.

La tienda contiene un Repartidor secundario (RS) que encierra distintos equipos de comunicaciones, entre ellos un Switch.

El Shelter de mando y control contiene diversos equipos de comunicaciones, ya que desde este shelter se encamina todo el tráfico al exterior del CAMM, para prestar el servicio de Telemedicina. En la Figura 79, se muestra el switch ubicado en el Repartidor primario (RP), y el panel de comunicaciones, pues ambos elementos son los que participan principalmente en la comunicación entre el Shelter de mando y control y la tienda.

Del panel de comunicaciones del shelter de Ecografía sale cable UTP/FTP al Switch ubicado en el Repartidor secundario (RS) de la Tienda, que se encarga de interconectar todas las comunicaciones de datos existentes en su bloque.

Del switch (RS) parte cableado de fibra óptica (F.O) al panel de comunicaciones del Shelter de mando y control. Al panel de comunicaciones del dicho Shelter llegan tantas conexiones de fibra óptica como número de Repartidores Secundarios (RSn) existan en el CAMM, es decir, como el número de bloques que integre el CAMM, pues en cada bloque del CAMM se halla una Tienda donde se encuentra el Repartidor Secundario, para integrar todas las comunicaciones de su zona.

Por último, el panel de comunicaciones del Shelter de mando y control se conecta mediante fibra óptica (F.O) con el switch del Repartidor primario (RP).

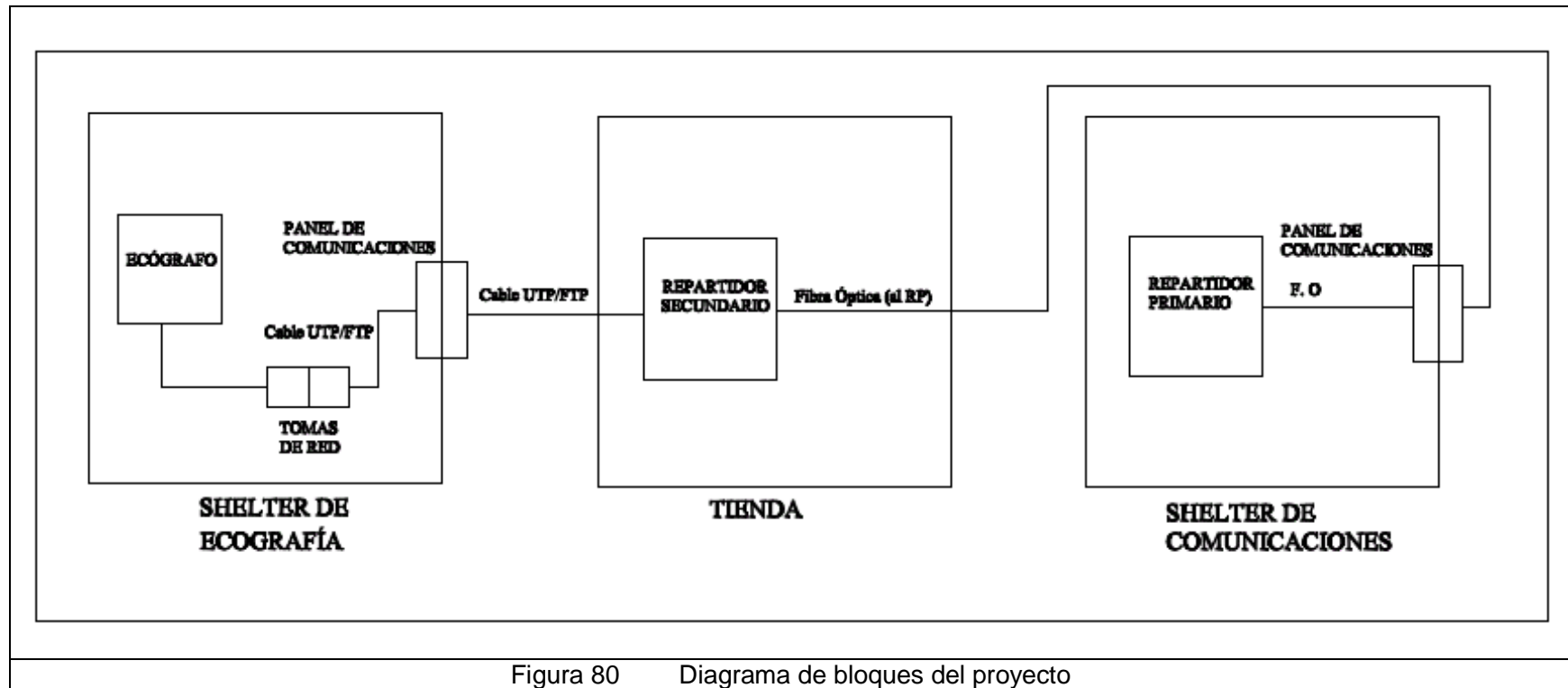
Desde este punto se parte para comunicar los datos recibidos del shelter de Ecografía hacia un centro médico ubicado en el exterior del CAMM.

En particular, de todos los equipos médicos (EQn) que comprende el shelter de Ecografía, estudiamos como se comporta el Ecógrafo.

A continuación, vamos a analizar como se transfieren los datos del ecógrafo hacia el exterior del CAMM. Por lo tanto, trabajamos en el bloque de Radiología del CAMM, por lo que al panel de Comunicaciones del Shelter de mando y control únicamente le llegará la conexión correspondiente de fibra óptica saliente del switch del Repartidor Secundario (RS1) de la Tienda de dicho bloque, tal como refleja la Figura 79 anterior.

En la siguiente figura se representa con más detalle todos los elementos del sistema de comunicaciones del CAMM que vamos a analizar, desde el equipo Ecógrafo hasta el Repartidor Primario del Shelter de mando y control, que es donde se almacenan los datos del ecógrafo.

El sistema de telecomunicaciones de un shelter o una tienda consta de aparatos médicos, tomas de red, repartidores (rack), paneles de comunicaciones, fibra óptica y cables de conexión tal como refleja la Figura 80.



En esta figura se representan los elementos de comunicación más importantes que permiten que los datos del ecógrafo viajen a través del CAMM, hasta llegar al Shelter de mando y control, donde se gestionarán para enviarse al exterior del CAMM. Además en esta imagen se incluye el cableado apropiado para lograr dicha comunicación.

- Repartidor Secundario (RS)
- Repartidor Primario (RP)
- Cableado UTP/FTP
- Cableado Fibra Óptica

El ecógrafo del shelter de Ecografía se conecta a una toma de red mediante cable de datos UTP/FTP, y de este punto parte de nuevo cable UTP/FTP para conectarse con su panel de comunicaciones.

Del panel de comunicaciones del shelter de Ecografía sale hacia el exterior cableado UTP/FTP protegido para intemperie conectándose con el Repartidor Secundario de la Tienda de su bloque. De esta forma se interconecta el shelter de Ecografía con la Tienda.

En la Tienda se coloca un Repartidor Secundario (RS) donde se ubican los equipos de comunicaciones que se encargan de encaminar los datos del ecógrafo hacia el Shelter de mando y control. La Tienda se comunica con el Shelter de mando mediante la correspondiente conexión entre el Repartidor Secundario de la Tienda y el panel de comunicaciones del Shelter de mando y control utilizando cableado de fibra óptica.

Dentro del Shelter de mando y control se conecta su panel de comunicaciones con el Repartidor Primario.

El Shelter de mando es el destino final de los datos del ecógrafo.

Para que un centro médico externo pueda visualizar la imagen o los datos que se han obtenido al realizar una ecografía en el CAMM, con el objetivo de proporcionar un segundo diagnóstico médico, hemos tenido que dotar al sistema del CAMM del equipamiento necesario para dar este servicio. Esto es lo que se conoce como Telemedicina.

En el siguiente diagrama de bloques (Figura 81) añadimos con respecto al diagrama de bloques anterior (Figura 80), todos los equipos necesarios y su correspondiente interconexión para prestar el servicio de Telemedicina.

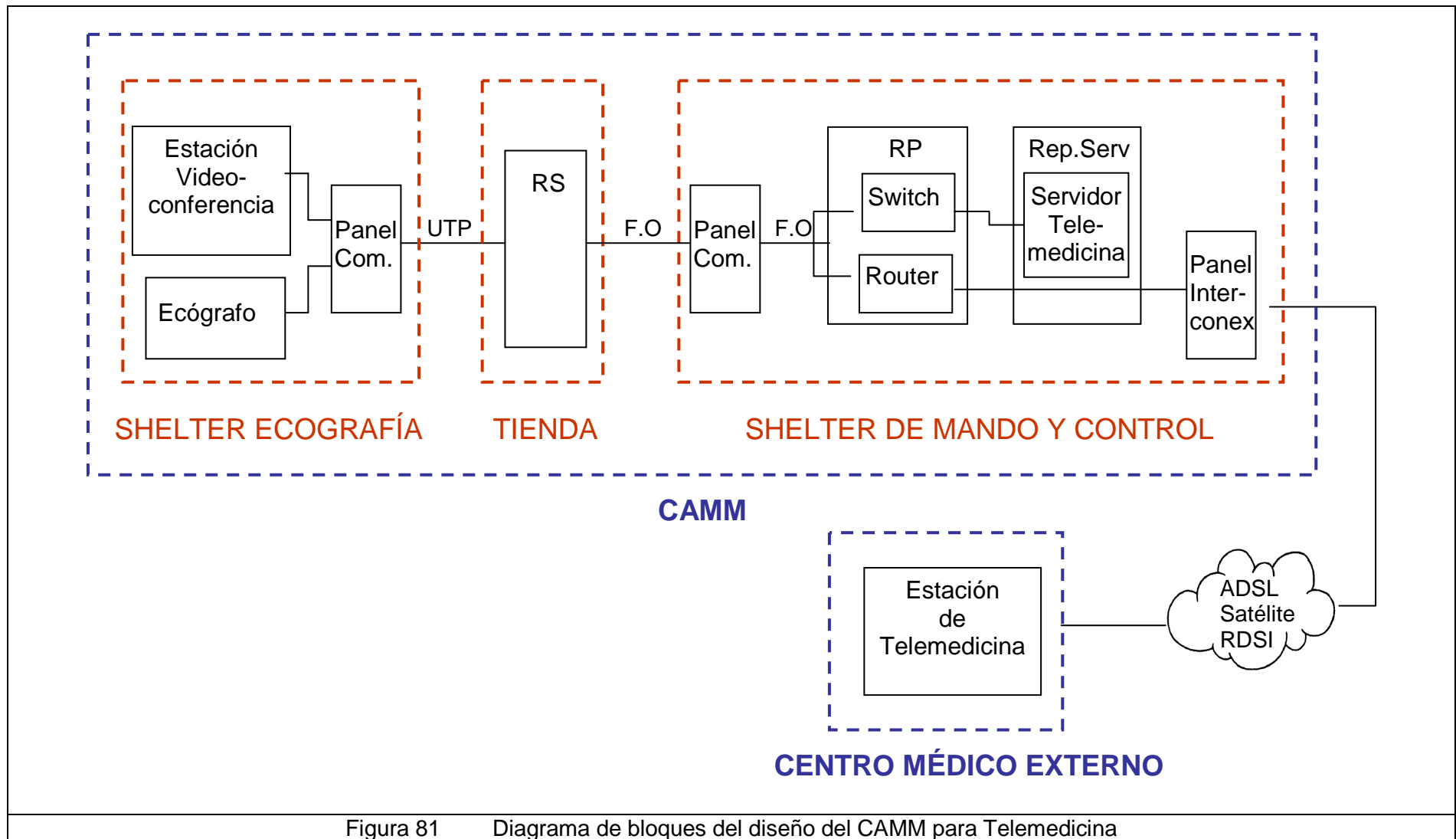


Figura 81 Diagrama de bloques del diseño del CAMM para Telemedicina

Vamos a describir cada uno de los elementos que hemos incluido en el diseño para dotar al CAMM del servicio de Telemedicina:

- En el Shelter de Ecografía hemos colocado una estación de videoconferencia. Su función es visualizar a un médico de otro centro externo, y comunicarse con él para dar un segundo diagnóstico de la ecografía.
- En la tienda no se ha añadido ningún elemento nuevo.
- En el Shelter de mando hemos añadido otro repartidor denominado repartidor de servidores, donde colocamos el servidor de Telemedicina. Este servidor se encarga de almacenar todos los datos de la ecografía. Además se añade un panel denominado panel de interconexión, que permite la comunicación de este shelter con otro centro médico distante. Este panel se conecta con el router del RP para seleccionar la red más adecuada para comunicarse con el exterior.

Además el centro médico externo al que nos queremos conectar debe poseer una estación de Telemedicina para visualizar tanto los datos del ecógrafo como al médico del CAMM, estableciéndose una conversación con él.

En el siguiente apartado, se explica en profundidad como los datos obtenidos del ecógrafo, en particular la imagen de la ecografía, se puede visualizar en otro centro médico distante, analizando por tanto cada uno de los bloques representados en el anterior diagrama de bloques, para prestar el servicio de Telemedicina.

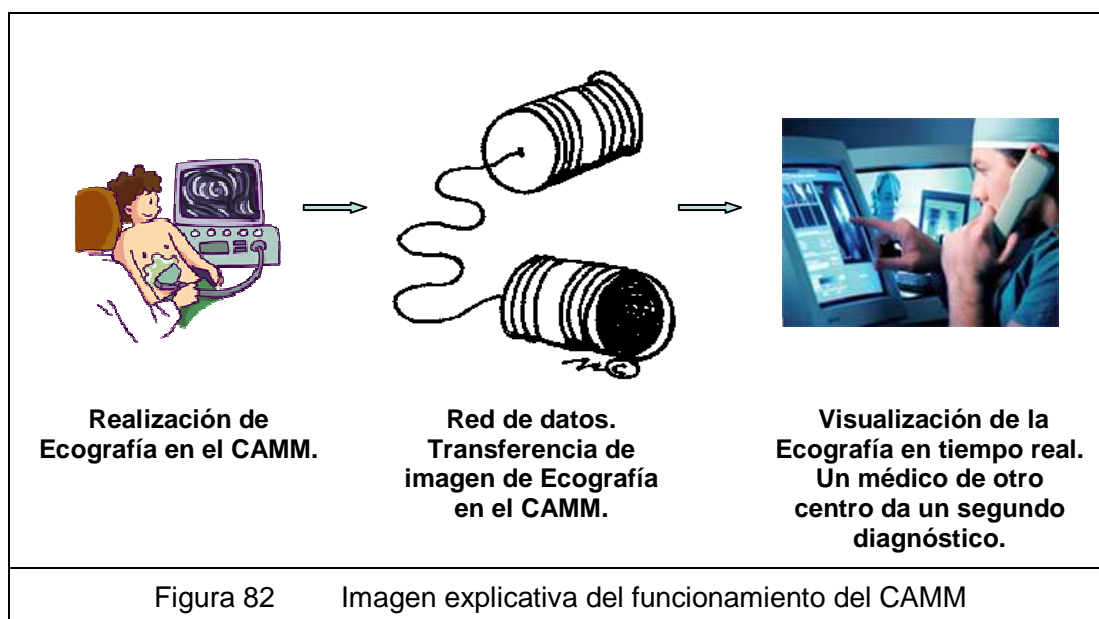
4.4.2 Funcionamiento del sistema

A continuación explicamos con gran detalle el funcionamiento de los sistemas de comunicaciones para prestar al CAMM el servicio de Telemedicina.

Como ejemplo ilustrativo, nos centramos en el uso del Ecógrafo.

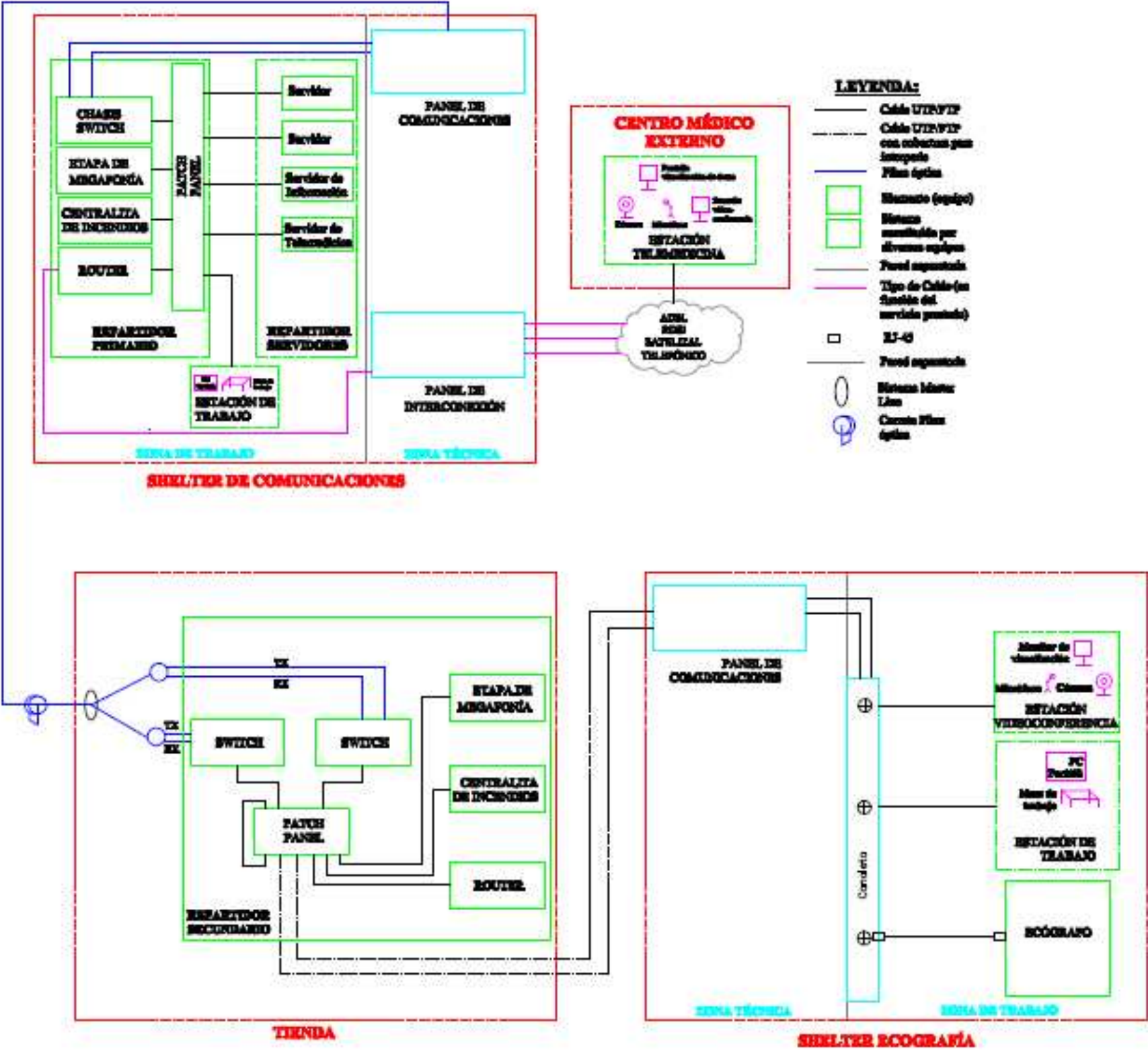
Primeramente hacemos un diagrama de bloques para tener una visión clara del funcionamiento del CAMM.

El diagrama de bloques parte desde que el médico especialista realiza una Ecografía al paciente, hasta que un médico ubicado en un centro externo de la Cruz Roja, gracias a la red de telemedicina, pueda visualizar y evaluar la realización de una ecografía en tiempo real junto con el médico situado en el CAMM, y que además los datos obtenidos del ecógrafo se almacenen en el servidor de Telemedicina en la ficha del paciente tratado, a los que se puede acceder desde cualquier centro de salud externo.



En esta figura vemos la interrelación entre médicos, pacientes y los sistemas de comunicaciones del CAMM.

A continuación se muestra un plano general del CAMM donde se detalla como están interconectados los shelters y la tienda, además de ver como están dispuestos y colocados todos los equipos para el correcto funcionamiento del servicio de Telemedicina en el CAMM.



Plano 2 Plano General del CMM

A continuación explicamos en detalle cada uno de los elementos que integra el CAMM (Shelter de Ecografía, Tienda y Shelter de mando), analizando el funcionamiento de los sistemas de comunicaciones.

1) Shelter Ecografía

→ *Del Ecógrafo del shelter de Ecografía al panel de comunicaciones de dicho shelter.*

El ecógrafo portátil dispone de una salida de imagen compatible con estándar DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) versión 3.0. Este estándar permite que los hospitales o centros de salud tengan una capacidad de almacenamiento de imágenes en sus archivos clínicos. Por lo tanto, éste es un estándar para la distribución y visualización de imágenes médicas.

La salida RJ-45 del ecógrafo se conecta a una toma de red (toma hembra RJ-45) existente en una canaleta, a través de cable UTP/FTP clase 5. La canaleta discurre por las paredes del shelter, lo que permite mantener ocultos los cables de datos que se dirigen hacia el panel de comunicaciones.

Además del ecógrafo, existe una estación de videoconferencia, constituida por una cámara, un monitor de visualización, un micrófono y un altavoz. Gracias a dicha estación, un médico especialista de otro centro de la Cruz Roja con acceso a la red del CAMM, podrá comunicarse visualmente con un médico especialista del CAMM, y así dar una segunda opinión a cerca de un determinado diagnóstico al llevarse a cabo una ecografía en el shelter de Ecografía. Por lo tanto, con este sistema se garantiza un mejor diagnóstico de las enfermedades.

La estación de videoconferencia se conecta a otra toma hembra RJ-45 de red, situada en la canaleta a través de cable UTP/FTP, lo cual permitirá la descarga de imágenes y demás información procedente del ecógrafo.

Tanto el ecógrafo como la estación de videoconferencia se conectan a través de la red del CAMM, por lo que no es necesario interconectar dichos equipos físicamente.

Por consiguiente, de la canaleta salen dos cables UTP/FTP a los conectores RJ-45 del panel de comunicaciones, ya que tenemos una conexión de red procedente del ecógrafo y otra de la estación de videoconferencia.

Por lo tanto, en el panel de comunicaciones habrá tantas conexiones como equipos existentes en dicho shelter. Todas las conexiones que se llevan al panel de comunicaciones se realizan con conectores RJ-45 tipo hembra/hembra. Existe una conexión para RJ45 en la parte delantera y otra en su asociada parte trasera, atravesando el panel. En los conectores del frente del panel, se conecta el cableado procedente de la canaleta del shelter. En su parte trasera se conecta el cable UTP/FTP clase 5 cubierto para intemperie, que proviene del repartidor secundario ubicado en la tienda del bloque de Radiología, permitiendo una comunicación bidireccional.

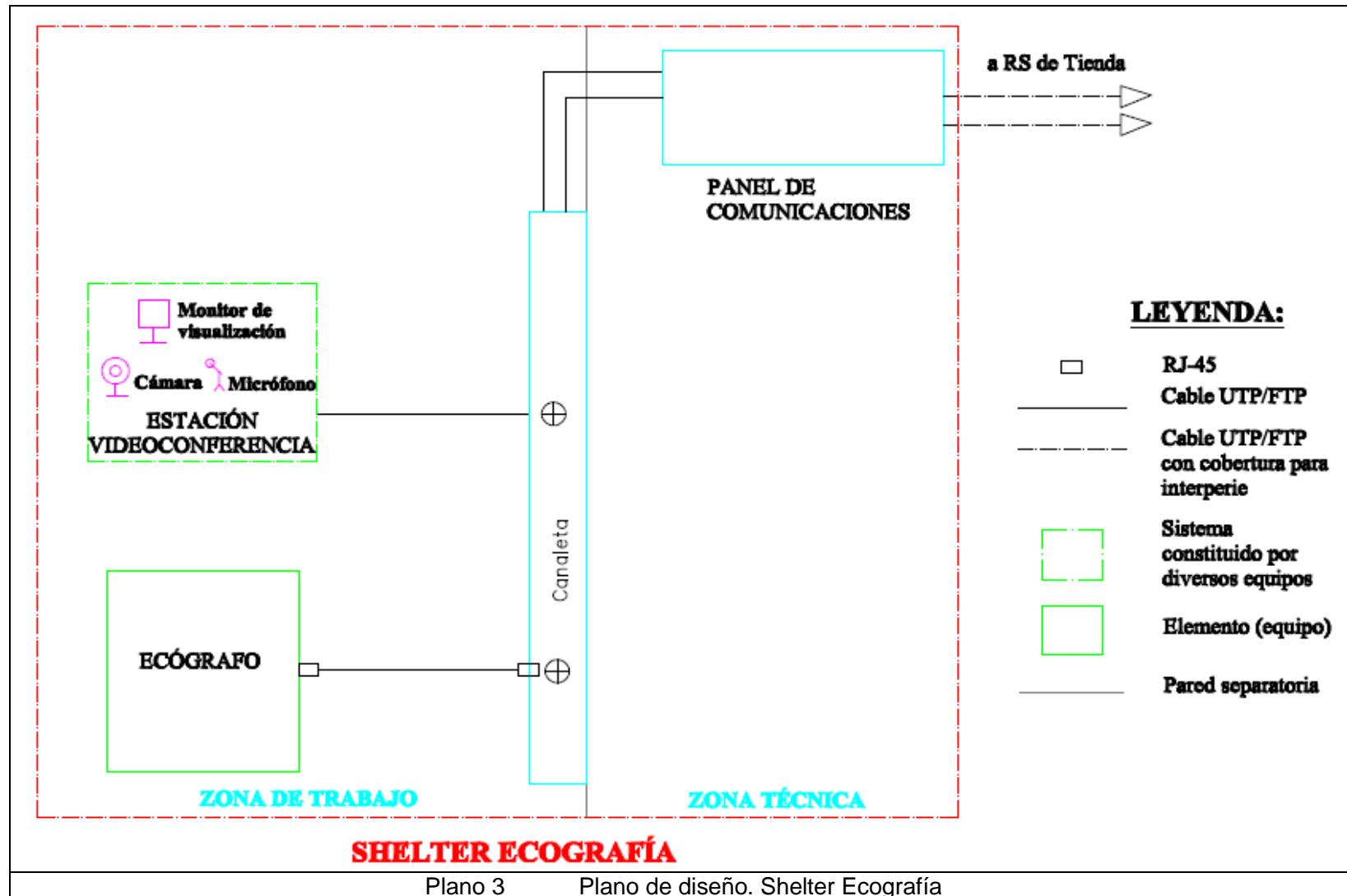
➔ *Del panel de comunicaciones del shelter de Ecografía al repartidor secundario de su zona ubicado en tienda.*

La tienda contiene un repartidor secundario (RS) que será donde se gestionen todas las conexiones para lograr la transmisión de datos entre los shelters y tiendas de su bloque.

El repartidor secundario consta de una etapa de Megafonía, una centralita de incendios, un router, dos switch y un patch panel. Todos los equipos que constituyen el RS se conectan al patch panel mediante cable UTP/FTP. Del patch panel parten tantos cables al panel de comunicaciones del shelter de Ecografía, como el número de equipos disponibles en dicho shelter. En nuestro caso, al tener dos conexiones, salen dos cables del patch panel que desembocan en los conectores RJ-45 de la parte dorsal del panel de comunicaciones del shelter de Ecografía.

Por lo tanto, toda la información del ecógrafo pasará a través de la red de datos hasta el RS. Los switch son la puerta de acceso a la red, contando con diferentes bocas en función de la dirección IP de los equipos de destino. Los switch se utilizan cuando se desea conectar múltiples equipos, fusionándolos todos en una sola red.

A continuación se muestra el plano de conectividad de los equipos en el Shelter de Ecografía, que nos ayuda a entender esta descripción.



2) Tienda

➔ *Del repartidor secundario ubicado en tienda a panel de comunicaciones del Shelter de mando y control.*

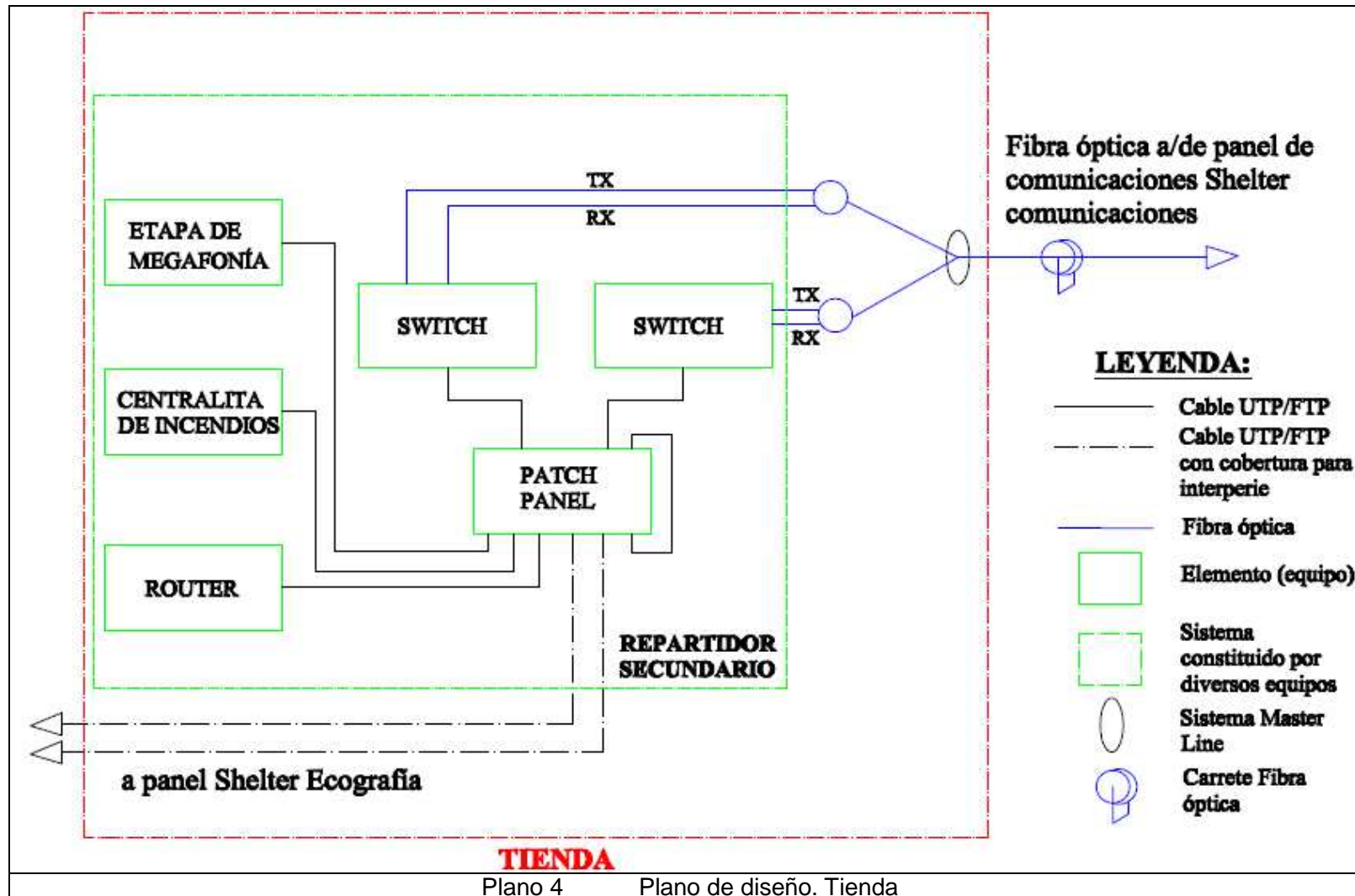
En el RS se alojan dos switch. Cada switch se conecta al patch panel desde sus conectores RJ-45 a los conectores RJ-45 del patch panel a través de un latiguillo interno. Además estos switch se interconectan a través del patch panel. El motivo de colocar dos switches es para proporcionar redundancia al sistema, ya que si una conexión de un switch se cae, no habrá ningún problema ya que los datos viajarán por el camino del otro switch.

Al conector LC de cada switch, llegan dos enlaces de fibra óptica, uno para transmisión y otro para recepción, pues mediante fibra óptica sólo se puede transmitir en un sentido.

Para atravesar la pared del rack se emplea el sistema master line, que consiste en que la manguera principal de fibra óptica, que sale del carrete, se divide en 2 latiguillos de 2 fibras cada uno, cuando atraviesa la pared del rack. Por lo tanto, se proporciona un carrete de fibra óptica de 4 hilos, para que a cada switch le correspondan 2 conexiones de fibra óptica.

Por lo tanto desde el RS de la tienda sale cableado de fibra óptica, en una bobina de 130 metros de fibra, conectándose a los conectores ODC del panel de comunicaciones del Shelter de mando, logrando una comunicación bidireccional.

A continuación se muestra el plano de conectividad de los equipos en la Tienda, que nos ayuda a entender esta descripción.



3) Shelter de mando y control

- ➔ *De los paneles de comunicaciones del Shelter de mando y control hasta almacenar la información en servidor de información o acceder al servidor de telemedicina.*

En el Shelter de mando y control existen dos paneles de comunicaciones. Uno de ellos se encarga de conectar el repartidor primario de dicho shelter con el repartidor secundario ubicado en la Tienda perteneciente al bloque de Radiología. A dicho panel se le denomina Panel de Comunicaciones. Al otro panel se le denomina como Panel de Interconexión, ya que permite la conexión con las diferentes redes existentes, redes de Telefonía, ADSL, RDSI y red satelital.

Este shelter cuenta con dos repartidores. Uno de ellos, denominado Repartidor Primario (RP) donde se alojan los equipos de comunicaciones que posibilitan la conexión con los demás elementos del CAMM, y el otro se denomina Repartidor de Servidores, donde se ubican todos los servidores del CAMM, incluyendo el servidor de Telemedicina.

El Repartidor Primario cuenta con una etapa de megafonía, una centralita de incendios, un router, un chasis switch y el patch panel donde se interconectan todos los elementos existentes en dicho shelter.

El router ubicado en el Repartidor Primario (RP) se conecta al Panel de Interconexión a través del cable de cobre o coaxial. La función del router es redirigir todo el tráfico de datos al centro médico externo. Gestiona la entrada de ancho de banda. Este router está configurado para poder poseer distintos tipos de redes.

El Chasis elegido de 7 slots dispone de dos fuentes de alimentación, dos tarjetas supervisoras para cubrirlo de redundancia, un switch de 48 puertos y 3 tarjetas de línea cada una con 6 conectores, por tanto con un total de 18 conectores. Por ahora, como el CAMM dispone de 6 RS, únicamente necesito 12 conectores, y los restantes se podrán utilizar para futuras ampliaciones.

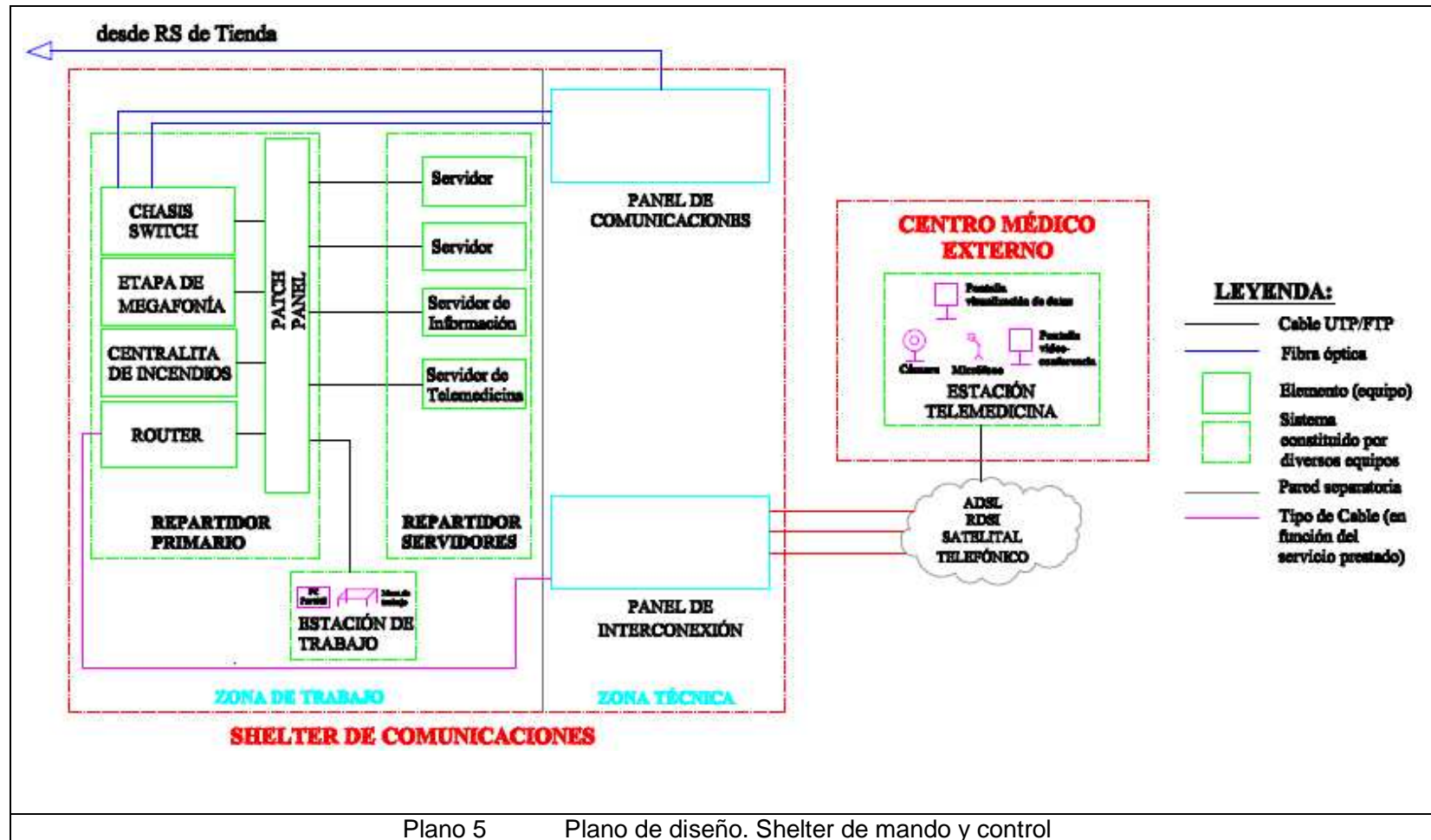
Cada repartidor secundario va a tener asociado 2 conectores para transmisión/recepción cada uno. En nuestro análisis, al centrarnos únicamente en las comunicaciones que maneja un determinado repartidor secundario, solo vamos a necesitar 2 conectores. Cada uno de estos conectores, se conecta a una tarjeta de línea distinta del chasis switch mediante fibra óptica, lo que permite que ante un error en una tarjeta no se averíe todo el sistema. Esto permite dar redundancia a nuestro sistema.

En el Repartidor de Servidores se aloja el servidor de Telemedicina del CAMM, que se conecta al patch panel del Repartidor Primario mediante cable UTP/FTP. En este servidor se van a almacenar todos los datos de la ecografía, y se encargará de gestionar la conexión entre las múltiples estaciones de Telemedicina que existan en el CAMM, seleccionando cual es la estación que en este momento se va a conectar con el exterior.

En el Repartidor de Servidores también se aloja el servidor de información. En este servidor se guardan todos los datos internos de los pacientes en sus correspondientes

fichas. Además se aloja un servidor de correo y un servidor de impresora. A estos servidores únicamente se podrá acceder desde la red interna de datos del CAMM.

Para prestar el servicio de Telemedicina, es necesario que el otro centro médico disponga de una estación de videoconferencia. Esta estación estará constituida por una pantalla para visualizar la imagen del ecógrafo, una pantalla para observar al médico del CAMM, junto con los elementos de videoconferencia necesarios para comunicarse con él.



5 Metodología de análisis

Durante 6 meses se ha recolectado información para tener una visión del proyecto del CAMM. Esta información se ha obtenido a través de:

- Entrevistas informales realizadas con:
 - Responsable de Ingeniería de Sistemas.
 - Personal interno del equipo de ingenieros de Ingeniería de Sistemas.
 - Responsable de Compras.
- Documentos internos de CAMM:
 - Pliego de cláusulas administrativas.
 - Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT).
 - Plan de Gestión de Ingeniería.
 - Plan de Gestión de Riesgos.
 - Manuales de Usuario y Mantenimiento.
 - Catálogos ilustrados.
 - PPT. Requisitos de Telemedicina
 - PPT. Requisitos Comunes de las Tiendas
 - PPT. Requisitos del Shelter de mando y control.
 - PPT. Requisitos Específicos del Shelter de Ecografía.
- Documentación externa sobre estudios de costes, sobre análisis de proyectos (ciclo de vida, fases), sobre la evolución de las telecomunicaciones, sobre telemedicina, sobre las organizaciones empresariales, sobre el estudio de equipos médicos y de telecomunicaciones.
- Consultas sobre el proyecto y el análisis a un ex consultor de proyectos de telecomunicaciones.

El presente documento (PFC) ha sido contrastado con el responsable de Ingeniería de Sistemas mediante reuniones de seguimiento periódicas (quincenales).

5.1 *Objetivo del capítulo*

En este capítulo se define y desarrolla la metodología del proyecto que se considera una de las partes más importante al elaborar un proyecto. Nos basaremos en esta metodología para realizar el análisis detallado del proyecto y los productos del CAMM, justificando la elección de las herramientas o procedimientos elegidos.

Para empezar a definir las herramientas de análisis del proyecto, es necesario recolectar todos los datos e información que hemos conseguido a través de preguntas y entrevistas, para tener un conocimiento de todas las variables y todos los factores que entran en juego en nuestro proyecto, y que resultan fundamentales a la hora de clarificar la metodología definida.

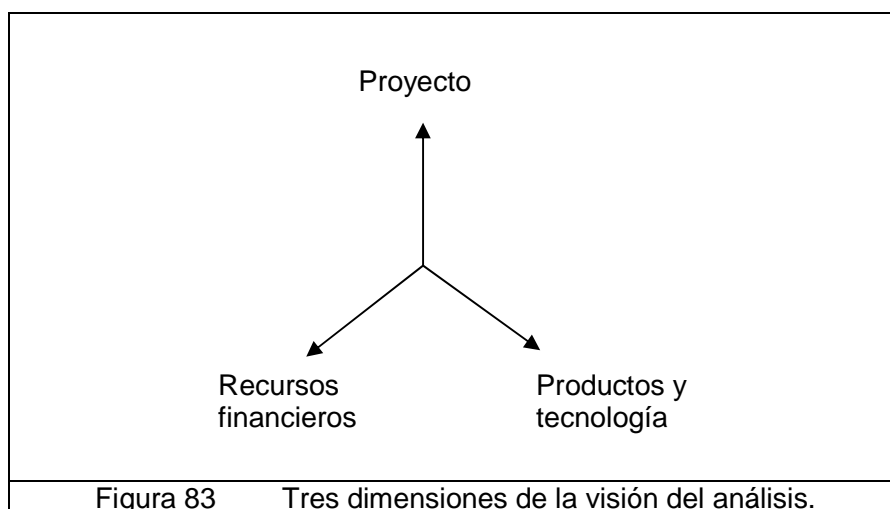
Esta metodología incluye una descripción detallada de cada una de las herramientas o criterios elegidos para analizar posteriormente el proyecto en tres ejes: la gestión, los productos de telecomunicación, y los recursos financieros. Estos tres ejes constituyen el marco de análisis del proyecto del CAMM. Por lo tanto, para cada uno de estos aspectos se eligen y se detallan los criterios de evaluación de análisis más adecuados.

A partir de la descripción de cada uno de los criterios de evaluación para nuestro marco de análisis, vamos a proceder en el siguiente capítulo a realizar su análisis detallado siguiendo dichos criterios.

Cuando se realiza un proyecto, es tan importante plantear los objetivos y definir la metodología, como estimar el coste del proyecto.

5.2 Marco de análisis

Para analizar el proyecto del CAMM se han considerando cada uno de los siguientes ejes:



- Proyecto: Gestión del proyecto, metodología e innovación asociada.
- Productos y tecnología: Productos y servicios previstos ofrecer junto con la tecnología asociada.
- Recursos financieros: Costes asociados al proyecto y a sus productos tecnológicos.

Antes de definir la metodología de análisis, es importante definir tanto las premisas de las que se parte cómo las herramientas necesarias para analizar los sistemas de telecomunicaciones del proyecto del CAMM.

5.2.1 Hipótesis de partida

Tras analizar la información del proyecto y realizar diferentes entrevistas, se definen las siguientes hipótesis basadas en los datos del CAMM.

- Tipos de costes: Consideramos los costes directos del proyecto, aquellos relacionados con completar una actividad del proyecto.
- Horizonte temporal: 12 meses desde la instalación de cada sistema (no se considera la inflación ya que no aplica).
- Alcance: el análisis se centra en el despliegue de los sistemas de telecomunicaciones desde el shelter de Ecografía hasta el Shelter de mando y control.
- Emplazamiento: el lugar de emplazamiento que se considera es Afganistán, la distancia aproximada al emplazamiento desde España es 14000km.
- Medio de transporte utilizado para carga: Avión Hércules c130, capaz de transportar carga pesada hasta 20000kg (2 shelters máximo). Como tenemos que transportar dos shelters y un contenedor de transporte es necesario alquilar 2 aviones de carga.
- Medio de transporte utilizado para el traslado del personal de mantenimiento es en línea aérea comercial.
- Mantenimiento de los equipos: por acuerdo marco. Se realiza un contrato por 2 años a una determinada empresa de mantenimiento. Cada 2 años se va renovando el contrato de mantenimiento. Los dos primeros años de su implantación, todos los equipos disponen de una garantía. La empresa de mantenimiento se encargará de suministrar todos los repuestos que se necesiten. Se contrata el personal de mantenimiento en el origen, que por tanto viajará a lugar de emplazamiento del CAMM, y se empezará a cubrir el contrato a partir del momento en que empieza el funcionamiento operativo del CAMM.
- Formación: Al personal de mantenimiento, se le imparte una formación en la sede del Cliente y se le proporciona los manuales de usuario correspondientes para efectuar su trabajo durante la fase de implementación. Una persona se encarga de formar a todo el personal que será quien gestione y coordine las labores de mantenimiento en el emplazamiento final.
- Viabilidad geográfica: Los emplazamientos se han seleccionado en cuanto a la buena orografía o el buen acondicionamiento del terreno.
- Instalación técnica: incluye la instalación de todos los equipos además de todos los elementos para interconectarlos.
- Repuestos necesarios: Todos los repuestos serán transportados desde la sede del Cliente al emplazamiento final, ubicándolos en el contenedor de transporte donde van a permanecer guardados durante la estancia en el emplazamiento.
- Obra civil: incluye la fabricación de los shelters y los contenedores de transporte.

5.2.2 Herramientas de análisis

Para analizar el proyecto del CAMM y sus sistemas de telecomunicaciones desde diferentes puntos de vista, se utilizarán algunas herramientas de análisis de proyectos que se explican a continuación:

- Evaluación de proyectos: Viabilidad técnica, económica, financiera y socio-cultural del proyecto desde un punto de vista general.
- Coste del ciclo de vida: Cálculo de costes de sistemas/productos a lo largo de todo su ciclo de vida.
- Tipo de innovación: Análisis del tipo de innovación que el proyecto supone para la industria.
- Estimación PERT: Aproximación de costes mediante la formula $C = (O + 4 \times ML + P)/6$, dónde C = Coste, O = escenario optimista, ML= escenario base y P = escenario pesimista.

5.2.3 Metodología

El enfoque será del tipo “top-down”, se analiza primero un análisis global del proyecto (macro) y posteriormente uno detallado de sus sistemas de telecomunicaciones (micro).

➤ Proyecto:

Utilizaremos dos parámetros de análisis para el proyecto, una es su viabilidad y el otro su grado de innovación. Así obtenemos una visión de cómo de viable es el proyecto y la innovación que supone para la industria.

Evaluaremos el proyecto definiendo unos criterios que puntuamos del 1-4 (siendo 1 poco y 4 mucho). A cada criterio le asignamos un peso según su importancia y establecemos una regla para puntuar el cumplimiento de cada criterio. La evaluación es el resultado de multiplicar el peso por la puntuación para cada criterio.

En las Tabla 15 y Tabla 16 podemos ver los criterios de evaluación del proyecto en cuanto a su viabilidad y su innovación respectivamente.

- Tipo de innovación:

<u>Criterio</u>	<u>Descripción</u>	<u>Peso</u>
Innovación de productos	Cambios en el producto. Se mejora el existente o aparecen nuevos productos.	Todos los criterios tienen el mismo peso ya que estamos evaluando que tipo de innovación supone.
Innovación de procesos	Cambios en el modo en que las cosas son creadas. Nuevos métodos o tecnologías para producir un producto.	
Innovación de posición	Cambios en el contexto donde se emplea el producto.	
Innovación de paradigma	Cambios en el modo de ver las cosas.	
Tabla 15 Tipo de innovación que supone el proyecto		

- Viabilidad del proyecto:

Se estudia la viabilidad del proyecto, de modo que si no existe en el mercado una solución que satisfaga la necesidad identificada, debe analizarse la viabilidad de diseñar un sistema que cumpla con los requisitos específicos de prestaciones, efectividad y coste.

<u>Criterio</u>	<u>Descripción</u>	<u>Peso</u>	<u>Justificación</u>
Viabilidad técnica	Tamaño proyecto, disponibilidad de tecnología, disponibilidad de emplazamiento, transporte, factores políticos o legales.	80%	Por la naturaleza del proyecto, es fundamental que tenga viabilidad tecnológica para implantarse correctamente.
Viabilidad financiera	Inversiones, gastos y fuentes de financiación.	60%	Al ser un proyecto que se implanta por fases, la viabilidad financiera puede ajustarse progresivamente.
Viabilidad socio-cultural	Demanda mas probable, interés de los clientes, proyección. Origen de la demanda: Nueva necesidad o sustitución	40%	El proyecto ha surgido como una respuesta a una demanda del mercado, por tanto éste criterio es menos relevante.
Tabla 16 Viabilidad del proyecto.			

El análisis de costes de ejecución del proyecto de la fase1 (fase piloto) se realiza según puede verse en la matriz de costes del proyecto.

- en las filas se incluyen todas las partidas involucradas en el proyecto agrupadas por su naturaleza en cuanto a telecomunicaciones y divididas por el tipo de coste que son, fijos (activos) o variables (de operación).
- en las columnas se incluye el horizonte temporal dividido en meses.

- o Análisis de costes del proyecto:

El ámbito de análisis es todo lo relacionado dentro del proyecto con los sistemas de telecomunicaciones en un horizonte temporal de 1 año.

A continuación exponemos la tabla donde viene reflejados todos los elementos que suponen un coste al proyecto del CAMM.

EQUIPOS DE TELEMEDICINA	
EQUIPOS MÉDICOS	
	Ecógrafo Titan
EQUIPOS INFORMÁTICOS	
	Ordenador portátil Esprimo V5535 con el SW de telemedicina
SERVIDORES INFORMÁTICOS	
	Servidor RX300
ESTACIÓN DE VIDEOCONFERENCIA	
	Estación de videoconferencia (compuesto por Pantalla, Micrófono, Altavoz, Cámara, y su reglamentaria instalación)
EQUIPOS DE COMUNICACIONES	
EQUIPAMIENTO LAN	
	Chasis Switch Cisco 4507R-E
	Chasis de 7 slots. Catalyst 4500 E-Series.
	Fuente de Alimentación. Catalyst 4500 4200W AC dual input Power Supply (Data + PoE)
	Tarjetas Supervisoras. Catalyst 4500 Supervisor V-10GE, 2x10GE (X2) and 4x1GE (SFP)
	Conectores LC. GE SFP, LC connector SX transceiver
	Tarjeta 48 puertos. Catalyst 4500 PoE 802.3af 10/100/1000, 48-Ports (RJ45)
	Tarjeta de línea. Catalyst 4500 6-Port 10/100/1000 PoE or SFP
	Cisco Shared Support - Catalyst 4500 Chassis (7-Slot),fan, no p/s, Red Sup Capable
	Switch Cisco 3560
	Switch 24 puertos. Cisco Catalyst 3560 10/100 PoE + 2 SFP Standard Image
	Conectores LC. GE SFP, LC connector SX transceiver

PFC – María de Lozoya

	Cisco Shared Support - Catalyst 3560 24 10/100 PoE + 2 SFP Standard Image.
EQUIPAMIENTO VOIP	
	Router Cisco 3825
	Voice Bundle w/ PVDM2-64,FL-CCME-168,SP Serv,64F/256D
	Módulo de red ISDN-BRI con 4 puertos.
	IP Comunicaciones High-Density Digital Voice NM with 2 interfaces T1/E1.
	Tarjeta de Interfaz de voz 4 puertos - FXO (Universal).
	Tarjeta de Interfaz de voz 2 puertos - BRI (NT y TE).
	Tarjeta de Interfaz serie WAN con 2 puertos.
	Cable RJ45 a BNC doble (no balanceado).
	Cable 3 metros Macho DTE a Smart Serie.
	Cisco Shared Support - 3825 VSEC Bundle w/PVDM2-64,FL-CCME-168,Adv IPServ,128F/512D
	Terminal Telefónico de Usuario
	Cisco IP Phone 7911G
	CallManager RTU License for Single IP Phone 7911
	CSS Cisco Shared Support - Cisco IP Phone 7911G
SISTEMA DE MEGAFONÍA	
	Etapa de potencia Optimus 240W UP-246ETH
	Altavoz de techo 6" 6W 100V Sup. Metal
	Micrófono Optimux
	Alimentador 24V 2.3A Optimux
ELEMENTOS DE CONECTIVIDAD	
	Patch Panel
	Pasacables
	Conectores RJ45 (8 para cada panel del CMM)
	Conector entrada IN-PCIM
	Conector salida OUT-PCIM
	Tomas de datos + cableado interior (4 tomas de datos RJ45 para cada elemento del CMM)
CABLEADO	
	Carrete de Fibra óptica (130 metros)
	Cableado red de datos
VARIOS	
	Rack
	Magnetotérmicos (para monofásico)
	Diferencial 5SM3 Siemens
	Magnetotérmicos 5SY6 Siemens
	Magnetotérmicos (para trifásico)
	Diferencial 5SM3 Siemens
	Magnetotérmicos 5SY6 Siemens
PIEZAS DEL CMM	
ELEMENTOS CMM	

PFC – María de Lozoya

	Shelter (incluye paneles, canaletas, regletas, cuadro eléctrico y las preinstalaciones de climatización e iluminación)
	Tienda (incluye paneles, canaletas, regletas, cuadro eléctrico y las preinstalaciones de climatización e iluminación)
	Contenedor de Transporte
SISTEMAS DE CARGA	
	Ruedas (juego de 4)
	Gatos
	Elementos para la sujeción de equipamiento en contenedores de transporte
SUELDOS Y SALARIOS	
EQUIPO GESTION DE PROYECTO	
	Piloto
	Copiloto
	Navegador
	Ingeniero de vuelo
	Gerente proyecto
	Jefe de Proyecto y Responsables de todos los departamentos
	Médico
	Ingenieros integrantes de los departamentos
	Técnicos de ejecución
	Personal de gestión (gestiona embalaje, carga, descarga, desemblaje, despliegue, la instalación y las pruebas del CAMM)
	Enfermera
	Personal de mantenimiento
EQUIPO SERVICIO TÉCNICO	
	Servicio de técnico especialista para instalar el equipamiento LAN de Cisco en el centro piloto.
	Servicio de técnico especialista para instalar el equipamiento VOIP de Cisco en el centro piloto.
	Servicio de técnico especialista CISCO para impartir formación sobre la utilización de sus equipos. (16horas)
	Impartir formación para mantenimiento básico. La formación se realiza en Madrid en la sede del Cliente (3 semanas, 6h/día)
EQUIPO MANTENIMIENTO EQUIPOS	
	Contrato empresa de mantenimiento
GENERALES	
Consumibles oflmática	
	Impresora láser HP CP1515n
SERVIDORES INFORMÁTICOS	
	Servidor RX100
	Servidor RX300

Suministros (basado en costes de 2 shelters + 1 tienda)	
	Costes abastecimiento diario iluminación
	Costes abastecimiento diario climatización
	Costes abastecimiento diario alimentación de equipos
Comunicaciones (tlfno, datos)	
	Costes voz
	Costes de datos
TRANSPORTE DEL CAMM	
Traslado carga	
	Cantidad de aviones de carga
	Alquiler de un avión
	Combustible
Traslado personal	
	Coste de un billete de avión para personal de mantenimiento.

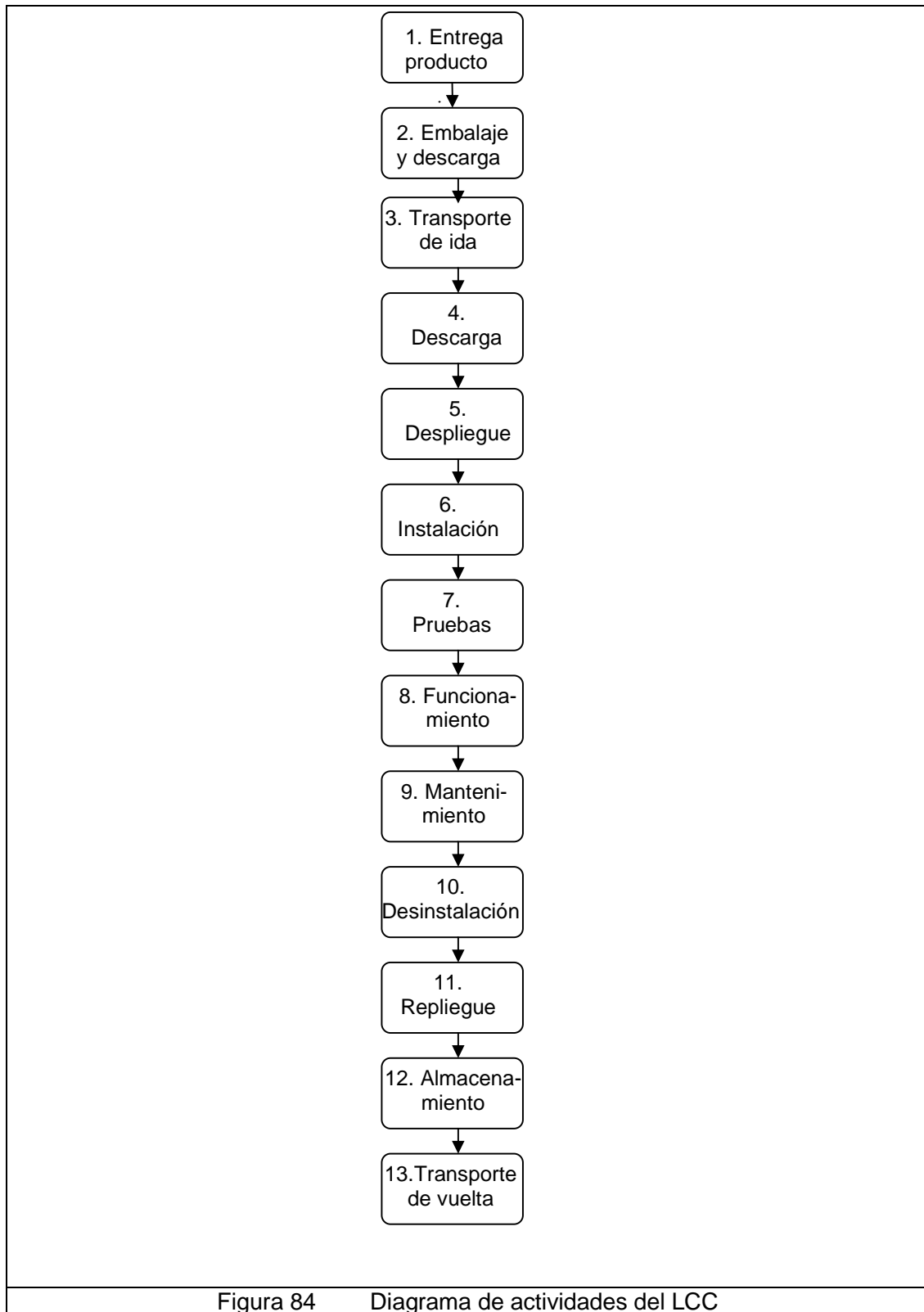
Tabla 17 Matriz de costes del proyecto.

Se ha hecho un listado de los recursos materiales y de las actividades necesarias para calcular el coste del ciclo de vida del proyecto.

➤ **Producto:**

- Análisis de costes del LCC de los productos:

Para el análisis de costes del ciclo de vida de los productos de telecomunicaciones, consideramos el horizonte temporal de un año desde el momento en que el Cliente obtiene el producto para llevarlo al emplazamiento del CAMM, según puede verse en el diagrama de flujo de la Figura 84. El motivo de hacer esto es para poder analizar el ciclo de vida de un producto de telecomunicaciones desde su instalación y funcionamiento.



El diagrama de flujo nos permite describir todas las actividades que se realizan en el CAMM a lo largo de su ciclo de vida.

Para analizar los costes, miraremos que pasos conlleva cada una de las actividades descritas en el diagrama de flujo anterior junto con los costes asociados.

Nº actividad	Descripción actividad	Coste actividad
1.	Entrega del producto: Una vez diseñado y aprobado el proyecto piloto, el Cliente compra todos los productos necesarios para la implementación del sistema de Telemedicina del CAMM en el emplazamiento elegido.	1.1 Coste total de todos los productos.
2.	Embalaje y carga: Guardar los productos en cajas y embalarlos (la tienda también se guarda) en el contenedor de transporte en las condiciones adecuadas. Cargar dicho contenedor y los dos shelters en el medio de transporte elegido.	2.1 Personas que lo embalan y lo cargan. 2.2 Tiempo empleado para embalar y cargar.
3.	Transporte de ida: Transportar el contenedor de transporte y los 2 shelters a emplazamiento final en el medio de transporte alquilado.	3.1 Cantidad de medios de transporte para la carga de todo el CAMM (Número de Aviones de carga). 3.2 Precio alquiler medio de transporte. 3.3 Distancia recorrida. 3.4 Cantidad de consumible gastado. 3.5 Precio del consumible 3.6 Personal que viajan en avión de carga. 3.7 Horas de viaje. 3.8 Cantidad de personas para el mantenimiento (1 persona que gestiona + 4 personas que realizan el mantenimiento) que viajan en un vuelo regular. 3.9 Horas de viaje. 3.10 Coste de un billete de avión para personal de mantenimiento.
4	Descarga: Descargar y desembalar todos los elementos del medio de transporte	4.1 Personas que lo descargan y

	utilizado.	desembalan. 4.2 Tiempo empleado para la descarga y desembalaje.
5	Despliegue: Montar la tienda y colocar los shelters en el emplazamiento.	5.1 Personas que se encargan del montaje. 5.2 Persona que coordina. 5.3 Tiempo empleado para la instalación de los shelters y la tienda.
6	Instalación: Instalar adecuadamente los productos que estaban guardados en las cajas, en los shelters y tiendas.	6.1 Personal necesario para integrar los productos en la tienda y los shelters. 6.2 Personal que gestiona y coordina la labor de instalación. 6.3 Tiempo empleado para instalar..
7	Pruebas: Realización de todas las pruebas necesarias a los equipos antes de ponerlos en funcionamiento para asegurar un correcto funcionamiento.	7.1 Personas que realizan las pruebas. 7.2 Tiempo empleado para la realización de pruebas.
8	Funcionamiento: Funcionamiento del CAMM durante las 24 horas del día.	8.1 Personal médico necesario en el CAMM. 8.2 Tiempo de trabajo necesario al día. 8.3 Costes de abastecimiento de energía (iluminación, climatización y alimentación de los equipos).
9	Mantenimiento: Mantenimiento de todo el CAMM efectuado por empresa de mantenimiento. En este momento al personal de mantenimiento que realiza las anteriores actividades de carga, descarga, etc, y a la persona que las gestiona, les entra en vigor el contrato de mantenimiento.	9.1 Contrato empresa que realiza el mantenimiento.
10	Desinstalación: Desinstalar los equipos colocados en shelters y tienda, y almacenarlos en cajas (embalar) para su posterior transporte.	10.1 Personal que se encarga de desinstalar los equipos y embalarlos.

		<p>10.2 Persona que coordina esta actividad.</p> <p>10.3 Tiempo empleado.</p>
11	Repliegue: Desmontar las tiendas y desinstalar los shelters de todo el CAMM.	<p>11.1 Personal que se encarga de desinstalar los shelters y la tienda.</p> <p>11.2 Persona que coordina el desmantelamiento.</p> <p>11.3 Tiempo empleado.</p>
12	Almacenamiento: Guardar todo el material ya embalado en el contenedor de transporte, y cargarlo en el medio de transporte utilizado junto con los shelters, para su posterior transporte.	<p>12.1 Personal que se encarga del almacenamiento.</p> <p>12.2 Tiempo empleado.</p>
13	Transporte de vuelta: Transportar el contenedor de transporte y los 2 shelters a otro emplazamiento si fuese necesario.	<p>13.1 Cantidad de medios de transporte para la carga de todo el CAMM (Número de Aviones de carga).</p> <p>13.2 Precio alquiler medio de transporte.</p> <p>13.3 Distancia recorrida.</p> <p>13.4 Cantidad de consumible gastado.</p> <p>13.5 Precio del consumible</p> <p>13.6 Personal que viajan en avión de carga.</p> <p>13.7 Horas de viaje.</p> <p>13.8 Cantidad de personas para el mantenimiento (1 persona que gestiona + 4 personas que realizan el mantenimiento) que viajan en un vuelo regular.</p> <p>13.9 Horas de viaje.</p> <p>13.10 Coste de un billete de avión para personal de mantenimiento.</p>
<p>Tabla 18 Actividades que comprenden el flujo del LCC.</p>		

Para estimar cada uno de los costes, aplicamos la fórmula el PERT utilizando los datos provistos por la empresa de Ingeniería basados en la información de presupuestos de proveedores. Para cada actividad se calculan los costes de la siguiente manera:

Para cada Actividad de flujo del LCC, describimos el criterio para definir los escenarios para la fórmula del PERT: ¿Qué es lo que les hace variar?

Los costes los agruparemos según su naturaleza, creando así una jerarquía de costes..

Naturaleza	Descripción
Equipos de Telemedicina	Equipos propios de un sistema de Telemedicina.
Equipos de comunicaciones	Equipos que permiten las comunicaciones en el interior y con el exterior del CAMM.
Piezas del CAMM	Elementos del CAMM (Shelters y tiendas) junto con las herramientas necesarias para su transporte.
Transporte del CAMM	Transporte al emplazamiento.
Generales	Provisión de energía.
Sueldos y salarios	Salarios mensuales.

Tabla 19	Agrupación de costes para análisis
----------	------------------------------------

Se ha hecho un listado de los recursos materiales y la ejecución de las actividades necesarias en la fase de implementación del proyecto incluyendo sus costes, y diferenciándolos entre productos o actividades.

6 Análisis de los sistemas de telecomunicaciones del CAMM

6.1 Objetivo del capítulo

Previamente a realizar la evaluación final del proyecto, se ha definido en el capítulo anterior la metodología a emplear en dicha evaluación. En este capítulo aplicamos la metodología para analizar el proyecto del CAMM y sus elementos.

El análisis consiste en evaluar la viabilidad del proyecto del CAMM, considerando las variables de tecnología, financieras, socio-económica y el tipo de innovación que conlleva el proyecto.

También analizaremos en detalle los costes asociados a cada uno de los elementos del proyecto evaluando el coste de ciclo de vida de producto (consideramos elementos como productos).

6.2 Datos de partida

En este apartado describimos los costes asociados al proyecto y sus productos. Por otra parte definimos y analizamos los factores que afectan al proyecto y que podrían afectar a su viabilidad.

❖ Costes relativos al proyecto

Realizamos un inventario exhaustivo de todo lo que compone el sistema de telemedicina del CAMM; incluyendo costes directos e indirectos así como los factores que afectan al proyecto.

EQUIPOS DE TELEMEDICINA		UNIDAD	COSTE/ UNIDAD	COSTE TOTAL
EQUIPOS MÉDICOS		NUM	PRECIO	74.100,00 €
	Ecógrafo Titan	1	74.100 €	74.100 €
EQUIPOS INFORMÁTICOS		NUM	PRECIO	714,38 €
	Ordenador portátil Esprimo V5535 con el SW de telemedicina	1	714,38 €	714,380 €
SERVIDORES INFORMÁTICOS		NUM	PRECIO	5.305,63 €
	Servidor RX300	1	5.305,63 €	5305,630 €
ESTACIÓN DE VIDEOCONFERENCIA		NUM	PRECIO	62.527,00 €
	Estación de videoconferencia (compuesto por Pantalla, Micrófono, Altavoz, Cámara, y su reglamentaria instalación)	1	62.527 €	62.527 €
TOTAL				142.647 €

PFC – María de Lozoya

EQUIPOS DE COMUNICACIONES		UNIDAD	COSTE/ UNIDAD	COSTE TOTAL
EQUIPAMIENTO LAN		NUM	PRECIO	45.912,60 €
	Chasis Switch Cisco 4507R-E	1	25.081,40 €	39.371,18 €
	Chasis de 7 slots. Catalyst 4500 E-Series.	1	5.709,00 €	5.709,00 €
	Fuente de Alimentación. Catalyst 4500 4200W AC dual input Power Supply (Data + PoE)	2	1.140,58 €	2.281,16 €
	Tarjetas Supervisoras. Catalyst 4500 Supervisor V-10GE, 2x10GE (X2) and 4x1GE (SFP)	2	10.573,96 €	21.147,92 €
	Conectores LC. GE SFP, LC connector SX transceiver	16	285,86 €	4.573,76 €
	Tarjeta 48 puertos. Catalyst 4500 PoE 802.3af 10/100/1000, 48-Ports (RJ45)	1	4.285,05 €	4.285,05 €
	Tarjeta de línea. Catalyst 4500 6-Port 10/100/1000 PoE or SFP	3	1.998,17 €	5.994,51 €
	Cisco Shared Support - Catalyst 4500 Chassis (7-Slot),fan, no p/s, Red Sup Capable	1	1.088,78 €	1.088,78 €
	Switch Cisco 3560	2	2.932,30 €	6.541,42 €
	Switch 24 puertos. Cisco Catalyst 3560 10/100 PoE + 2 SFP Standard Image	2	2.568,67 €	5.137,34 €
	Conectores LC. GE SFP, LC connector SX transceiver	4	338,41 €	1.353,64 €
	Cisco Shared Support - Catalyst 3560 24 10/100 PoE + 2 SFP Standard Image.	2	25,22 €	50,44 €
EQUIPAMIENTO VOIP			12.380 €	24.992 €
	Router Cisco 3825	2	12.149 €	24.297 €
	Voice Bundle w/ PVDm2-64,FL-CCME-168,SP Serv,64F/256D	2	7.511 €	15.022 €
	Módulo de red ISDN-BRI con 4 puertos.	2	672 €	1.344 €
	IP Comunicaciones High-Density Digital Voice NM with 2 interfaces T1/E1.	2	1.952 €	3.904 €
	Tarjeta de Interfaz de voz 4	2	323 €	646 €

PFC – María de Lozoya

	puertos - FXO (Universal).			
	Tarjeta de Interfaz de voz 2 puertos - BRI (NT y TE).	4	580 €	2.320 €
	Tarjeta de Interfaz serie WAN con 2 puertos.	2	428 €	856 €
	Cable RJ45 a BNC doble (no balanceado).	4	61 €	244 €
	Cable 3 metros Macho DTE a Smart Serie.	4	61 €	244 €
	Cisco Shared Support - 3825 VSEC Bundle w/PVDM2-64,FL-CCME-168,Adv IPServ,128F/512D	2	561 €	1.122 €
	Terminal Telefónico de Usuario	3	231,51 €	694,51 €
	Cisco IP Phone 7911G	3	137,45 €	412,35 €
	CallManager RTU License for Single IP Phone 7911	3	91,64 €	274,92 €
	CSS Cisco Shared Support - Cisco IP Phone 7911G	3	2,42 €	7,26 €
SISTEMA DE MEGAFONÍA		NUM	PRECIO	7.735,25 €
	Etapas de potencia Optimus 240W UP-246ETH	2	2.667,60 €	5.335,20 €
	Altavoz de techo 6" 6W 100V Sup. Metal	3	35,33 €	105,99 €
	Micrófono Optimux	1	2.227,29 €	2.227,29 €
	Alimentador 24V 2.3A Optimux	1	66,77 €	66,77 €
ELEMENTOS DE CONECTIVIDAD		NUM	PRECIO	1.175,52 €
	Patch Panel	2	30,26 €	60,52 €
	Pasacables	3	29 €	87 €
	Conectores RJ45 (8 para cada panel del CAMM)	24	16,00 €	384 €
	Conector entrada IN-PCIM	4	7,00 €	28 €
	Conector salida OUT-PCIM	4	7,00 €	28 €
	Tomas de datos + cableado interior (4 tomas de datos RJ45 para cada elemento del CAMM)	12	49,00 €	588 €
CABLEADO		NUM	PRECIO	181.970 €
	Carrete de Fibra óptica (130 metros)	1	1.023 €	1.023 €
	Cableado red de datos	1	180.947 €	180.947 €
VARIOS		NUM	PRECIO	3.962,42 €
	Rack	3	924,14 €	2.772 €
	Magnetotérmicos (para monofásico)			1.020 €
	Diferencial 5SM3 Siemens	6	80 €	480 €
	Magnetotérmicos 5SY6 Siemens	18	30 €	540 €
	Magnetotérmicos (para			170 €

PFC – María de Lozoya

	trifásico)			
	Diferencial 5SM3 Siemens	1	80 €	80 €
	Magnetotérmicos 5SY6 Siemens	3	30 €	90 €
TOTAL				265.747 €

PIEZAS DEL CAMM		UNIDAD	COSTE/ UNIDAD	COSTE TOTAL
ELEMENTOS CAMM		NUM	PRECIO	380.180,72 €
	Shelter (incluye paneles, canaletas, regletas, cuadro eléctrico y las preinstalaciones de climatización e iluminación)	2	154.967,47 €	309.934,94 €
	Tienda (incluye paneles, canaletas, regletas, cuadro eléctrico y las preinstalaciones de climatización e iluminación)	1	59.188,29 €	59.188,29 €
	Contenedor de Transporte	1	11.057,49 €	11.057,49 €
SISTEMAS DE CARGA		NUM	PRECIO	49.601,76 €
	Ruedas (juego de 4)	3	4.628,08 €	13.884,24 €
	Gatos	1	8.760,70 €	8.760,70 €
	Elementos para la sujección de equipamiento en contenedores de transporte	1	26.956,82 €	26.956,82 €
TOTAL				429.782 €

SUELDOS Y SALARIOS		UNIDAD	COSTE/ UNIDAD	COSTE TOTAL
EQUIPO GESTIÓN DE PROYECTO		PERSONAS	SUELDO HORA	438,47 €
	Piloto	1	13 €	12,78 €
	Copiloto	1	12 €	11,82 €
	Navegador	1	12 €	11,82 €
	Ingeniero de vuelo	1	12 €	11,82 €
	Gerente proyecto	1	12 €	11,82 €
	Jefe de Proyecto y Responsables de todos los departamentos	8	11 €	84,09 €
	Médico	3	10 €	29,83 €
	Ingenieros integrantes de los departamentos	13	10 €	129,26 €
	Técnicos de ejecución	10	9 €	85,23 €
	Personal de gestión (gestiona embalaje, carga, descarga, desemblaje,	1	7 €	7,10 €

PFC – María de Lozoya

	despliegue, la instalación y las pruebas del CAMM)			
	Enfermera	3	7 €	21,31 €
	Personal de mantenimiento	4	5 €	21,59 €
EQUIPO SERVICIO TÉCNICO		TAREAS	PRECIO	17.597,13 €
	Servicio de técnico especialista para instalar el equipamiento LAN de Cisco en el centro piloto.	1	3.826,42 €	3.826,42 €
	Servicio de técnico especialista para instalar el equipamiento VOIP de Cisco en el centro piloto.	1	6.388,64 €	6.388,64 €
	Servicio de técnico especialista CISCO para impartir formación sobre la utilización de sus equipos. (16horas)	1	1.532,07 €	1.532,07 €
	Impartir formación para mantenimiento básico. La formación se realiza en Madrid en la sede del Cliente (3 semanas, 6h/día)	1	5.850 €	5.850 €
EQUIPO MANTENIMIENTO EQUIPOS		AÑOS	COSTE	110.000,00 €
	Contrato empresa de mantenimiento	1	110.000 €	110.000 €
TOTAL				

GENERALES		UNIDAD	COSTE/ UNIDAD	COSTE TOTAL
consumibles ofimática		NUM	PRECIO	249 €
	Impresora láser HP CP1515n	1	249,00 €	249 €
SERVIDORES INFORMÁTICOS		NUM	PRECIO	9.178 €
	Servidor RX100	2	1.936,17 €	3.872,34 €
	Servidor RX300	1	5.305,63 €	5.305,63 €
Suministros (basado en costes de 2 shelters + 1 tienda)		HORAS	PRECIO	3,78 €
	Costes abastecimiento diario iluminación	1	1,08 €	1,08 €
	Costes abastecimiento diario climatización	1	1,80 €	1,80 €
	Costes abastecimiento diario alimentación de equipos	1	0,90 €	0,90 €

Comunicaciones (tlfno, datos)		MES	PRECIO	240 €
	Costes voz	1	200 €	200 €
	Costes de datos	1	40 €	40 €
TOTAL				

TRANSPORTE DEL CAMM		UNIDAD	COSTE/ UNIDAD	COSTE TOTAL
Traslado carga		unidad	cantidad	coste
	Cantidad de aviones de carga	aviones	2	n/a
	Alquiler de un avión	€/km	13,06 €	13,06 €
	Combustible	€/L	1,20 €	1,20 €
Traslado personal		BILLETE	COSTE	1.100 €
	Coste de un billete de avión para personal de mantenimiento.	1	1.100 €	1.100 €
TOTAL				

Tabla 20 Tablas de Costes del Proyecto

❖ Factores que afectan al proyecto

Riesgo país asociado a los emplazamientos.

Los países donde se va a implantar el CAMM suelen tener reducidas prestaciones médicas en cuanto a lo que precisarán para cubrir a los enfermos de las guerras o catástrofes naturales que ocurran en su país. Por lo tanto, se implementa en países que tengan más posibilidades de sufrir enfrentamientos bélicos o catástrofes naturales.

Compromiso financiero:

Se compra el material ad-hoc por proyecto firmado.

Análisis del terreno:

Previo a la adjudicación del proyecto existe un análisis y certificado de que el terreno es apto para construcción del CAMM.

El análisis de coste se va a realizar en meses, puesto que el horizonte temporal es de un año.

6.3 Análisis de los sistemas de telecomunicaciones del CAMM

6.3.1 Evaluación del proyecto CAMM

Cuando analizamos el tipo de innovación y la viabilidad del proyecto, primeramente tenemos que haber entendido el significado de dichos criterios, que han sido definidos en el capítulo de metodología. Tras esto identificamos el tipo de innovación y la viabilidad que supone nuestro proyecto, estableciendo una puntuación según el grado de cumplimiento de estos criterios, y justificando que la elección de dicha puntuación resulta la más adecuada en el proyecto del CAMM.

- Tipo de Innovación del proyecto.

Analizamos el tipo de innovación que supone nuestro proyecto porque cambiará el mercado y la demanda que conlleva, lo cual afecta a las proyecciones de implementación del proyecto.

Establecemos un criterio de puntuación excluyente (1/0), pues el proyecto únicamente va a contemplar un tipo de innovación.

<u>Criterio</u>	<u>Puntuación</u>	<u>Justificación</u>
Innovación de productos	0	El proyecto del CAMM no cumple este tipo de innovación porque el centro médico creado va a disponer de equipos médicos similares a los que tiene cualquier otro centro médico fijo, proporcionando las mismas atenciones médicas a los pacientes. Por lo tanto, nuestro objetivo no es crear nuevos productos ni mejorar los equipos médicos existentes en cualquier otro centro médico, ya que los equipos médicos que instalamos son los mismos que podría tener cualquier centro médico de nuestra ciudad.
Innovación de procesos	0	Lograr este tipo de innovación no es el objetivo del proyecto del CAMM, ya que el modo de diseñar el CAMM es exactamente igual al modo de crear cualquier otro centro médico, siguiendo las mismas etapas en su creación y desarrollo, organización del trabajo, etc. No se introducen nuevos sistemas de elaboración ni procesos de creación, pues por ejemplo, en lo que respecta a la instalación de los equipos y a las respectivas instalaciones de electricidad, de climatización, etc, sigue un mismo comportamiento que todo centro médico. Por lo tanto, la "forma en que hacemos las cosas" es idéntica a como se hace al crear cualquier otro centro médico.
Innovación	1	La única diferencia existente entre nuestro centro

de posición		médico (CAMM) y un centro médico existente en cualquier ciudad, es que el CAMM está diseñado para emplazarse en cualquier destino en cualquier momento según necesidades médicas. Por lo tanto, el proyecto del CAMM supone este tipo de innovación ya el objetivo es diseñar un centro médico que se pueda emplear en diferentes lugares.
Innovación de paradigma	0	El CAMM al igual que cualquier otro centro médico se basa en prestar una atención sanitaria a personas sin considerar ningún otro punto de vista diferente. Por consiguiente, dicho proyecto no cumple este tipo de innovación ya que el CAMM únicamente se permite ver como la prestación de un servicio médico a los pacientes.
Tabla 21 Análisis tipo de Innovación del proyecto		

○ Viabilidad del proyecto

Se determina como de viable es nuestro proyecto respecto a un enfoque técnico, financiero y socio-cultural. Para analizar cada viabilidad establecemos un criterio de puntuación no excluyente en el rango de 1 a 4 según el menor o mayor cumplimiento de dicho criterio en el proyecto del CAMM, justificando adecuadamente dicha elección.

<u>Criterio</u>	<u>Peso</u>	<u>Puntuación</u>	<u>Justificación</u>
Viabilidad técnica	80%	4	<p>El proyecto del CAMM es completamente viable en el enfoque técnico, en cuanto a la incorporación de diversos equipos tecnológicos, tanto equipos médicos como otros elementos de comunicación, además de contar con un emplazamiento en buenas condiciones terrenales para desplegarlo, tras haber realizado un exhaustivo estudio.</p> <p>El Proyecto reúne características, condiciones técnicas y operativas que aseguran el cumplimiento de sus metas y objetivos.</p>
Viabilidad financiera	60%	2	Este criterio no se cumple estrictamente, pues se origina un elevado gasto al inicio de la primera fase del proyecto (cuando se compran todos los equipos), y una vez comprados todos los equipos el gasto será menor. Por lo tanto según la relación B/I (Beneficio/Inversión), al hacerse una inversión muy elevada al principio del proyecto, se tienen que disponer de

			muchos recursos para que el beneficio no llegue a ser nulo.
Viabilidad socio-cultural	40%	3	El cumplimiento de este criterio es relativo. La realización del CAMM cubre una demanda sanitaria en cuanto a disponer de una adecuada atención sanitaria móvil en distintos países. Esto va en función de las necesidades de aquellos países más probables de conflictos o de catástrofes naturales. Por lo que este proyecto solo será viable para dichos países.
Tabla 22 Análisis viabilidad del proyecto.			

La viabilidad del proyecto se calculará sumando la viabilidad de los criterios individuales:

$\text{Viabilidad} = \text{media } \sum \text{criterios} = (\sum (\text{puntuación criterio} * \text{peso criterio}))/3$

Por tanto,

$$\text{Viabilidad} = ((80\% * 4) + (60\% * 2) + (40\% * 3)) * 1/3 = 1,87.$$

Viabilidad aprox.. 2 → Proyecto viable.

Con este estudio se pretende saber porqué el proyecto del CAMM ha sido posible llevarlo adelante, es decir, siendo viable desde los puntos de vista técnico, financiero y socio-cultural.

Como el proyecto del CAMM es viable tanto de forma técnica, financiera como socio-cultural, se dice que este proyecto es factible.

6.3.2 Análisis LCC de los productos de telecomunicaciones del CAMM

Nota: En este apartado se ha modificado la tabla de costes, con los datos correctos para realizar el coste PERT, basados en opinión de expertos, y se ha añadido la planificación del proyecto.

A continuación calculamos los costes de los productos de telecomunicaciones del CAMM del sistema representativo que estamos analizando en este documento a lo largo de un ciclo de vida de 1 año desde el momento en que se despliega el proyecto al lugar de destino.

Las unidades de medida para determinar los costes serán:

Unidad	Racional
Horas.	Las horas que una persona dedica al proyecto no se las puede dedicar a otro proyecto.
Número equipos.	Todos los equipos de telemedicina y de telecomunicaciones que conforman el proyecto.
Kilómetros y Litros	Viaje y combustible consumido empleado para transportar el sistema del CAMM hasta el destino.
Horas vuelo	Las horas que las personas dedican en el transporte al emplazamiento final.
Número billetes	Cantidad de billetes comprados para transportar al personal necesario al emplazamiento.
Día	El consumible de energía gastado en el proyecto se mide en días de operatividad.
Año	El contrato de mantenimiento se mide por años de estar implantado el proyecto en un determinado emplazamiento.

Tabla 23 Unidades de medida de costes

A continuación mostramos la tabla de costes de todas las actividades del proyecto durante 1 año de funcionamiento del CAMM.

Calculamos el coste de cada una de las actividades que anteriormente hemos descrito en la Figura 84 siguiendo el método PERT. No todas las actividades disponen de la misma unidad de medida de los costes, por ello hemos descrito dichas unidades de medida en la Tabla anterior (Tabla 23).

Para estimar cada uno de los costes de las actividades, utilizamos el método PERT, para cada uno de los escenarios (optimista, base y pesimista), definiendo en cada actividad lo que hace variar el coste.

Actividades	Optimista	Base	Pesimista
1. Coste total de los productos.	Se podría contactar con otros proveedores para	Datos de compras suministrados por empresa de	Igual al base.

PFC – María de Lozoya

	obtener una segunda oferta.	Ingeniería	
2.1 Personas que lo embalan y lo cargan.	Contratar a 2 personas para embalar y cargar, además de la persona que les gestiona, ya que para cargar un shelter se necesitan 2 personas como mínimo.	Se ha contratado a 4 personas que efectuarán trabajos en paralelo, además de contratar a una persona que les gestiona.	Contratar a 6 personas. Para cargar un shelter se necesitan 2 personas como mínimo, por lo tanto al tener dos shelters y un contenedor, podemos contratar a 6 personas.
2.2 Tiempo empleado para embalar y cargar.	Para cargar un shelter en el medio de transporte elegido se emplea como mínimo 1 hora. Al tener tres elementos en el CAMM una persona lo efectuará en 3 horas.	Se contrata a varias personas para realizar el trabajo en paralelo, por lo que el tiempo se reduce a 6 horas. 4 personas realizan la carga, por lo que tardarán aproximadamente 2 horas, realizándolo en paralelo.	El embalaje de todos los productos de una categoría lleva aproximadamente 30 minutos por persona. Por lo tanto, al haber 12 categorías de productos, será necesario aplicar 360 minutos (12 horas).
3.1 Cantidad de medios de transporte para la carga de todo el CAMM (Número de Aviones de carga).	Igual al base	Se alquilan 2 aviones. El peso máximo que soporta un avión es 20000kg. Como es necesario transportar 2 shelters y un contenedor, que cada uno pesa 8000kg, son necesarios dos aviones.	Se alquilan 3 aviones: 1 avión para transportar cada uno de los shelters (2 shelters) y otro para transportar el contenedor.
3.2 Precio alquiler medio de transporte.	Igual al base	13,06€/km. Este es el precio acordado con una empresa de alquiler de aviones.	Igual al base

PFC – María de Lozoya

3.3 Distancia recorrida.	Igual al base	14000km	16000km: mayor recorrido debido al impedimento de paso por algunas zonas del recorrido del vuelo (fuerte viento, conflictos en la zona).
3.4 Cantidad de combustible gastado.	Igual al base	10,88l/km	12l/km: Mayor gasto de combustible por factores meteorológicos adversos. (viento en contra)
3.5 Precio del combustible.	Igual al base	1,20 €/l	1.50€/l: Aumento del precio del combustible debido al incremento del precio del petróleo
3.6 Personal que viajan en avión de carga.	Igual al base	4 personas (piloto, copiloto, navegador e ingeniero de vuelo) según las especificaciones del avión.	Igual al base
3.7 Horas de viaje.	Igual al base	12 horas	14horas: Retrasos en el vuelo por problemas mecánicos o condiciones meteorológicas adversas.
3.8 Cantidad de personas para el mantenimiento (1 persona que gestiona + 4 personas que realizan el mantenimiento) que viajan en un vuelo regular.	Igual al base	4 personas son necesarias para efectuar todas las tareas oportunas para emplazar el CAMM, y una persona se va a encargar de gestiona las actividades que realizan los demás.	Igual al base

3.9 Horas de viaje.	Igual al base	12 horas	14 horas: Retrasos en el vuelo por problemas mecanicos o condiciones meteorológicas adversas.
3.10 Coste de un billete de avión para personal de mantenimiento .	950€: Menor precio del billete en horas no puntas.	1100€: Los billetes se han comprado en una línea aérea regular.	Igual al base
4.1 Personas que lo descargan y desembalan.	Como mínimo son necesarias dos personas para descargar cada shelter del medio de transporte elegido.	Se ha contratado a cuatro personas que efectuarán trabajos en paralelo, además de contratar a una persona que les gestiona. Para desembalar necesito	Para descargar un shelter se necesitan 2 personas como mínimo, por lo tanto al tener dos shelters y un contenedor, podemos contratar a 6 personas.
4.2 Tiempo empleado para la descarga y el desembalaje.	Para descargar un shelter se emplea aproximadamente 1 hora. Al tener tres elementos necesito unas 3 horas.	4 personas realizan la descarga, por lo que tardarán aproximadamente 1 hora, realizándolo en paralelo. Se contrata a varias personas para realizar el trabajo en paralelo, por lo que el tiempo se reduce a 4 horas.	El tiempo empleado para desembalar es menor que el de embalar pues no requiere unas condiciones específicas tal como si lo requiere el embalaje de cada producto. Por lo tanto, esta acción se realiza en 10 horas.
5.1 Personas que se encargan del montaje.	Igual al base	Son necesarias 2 personas por montaje de tienda o shelter.	Para hacerlo más efectivo se contratan a 4 personas.
5.2 Persona que coordinan.	Igual al base	Es necesario que como mínimo exista una persona que	Igual al base

		coordine las actividades de su grupo.	
5.3 Tiempo empleado para la instalación de los shelters y la tienda.	Al contratar a varias personas se ha reducido el tiempo a 8 horas.	La tienda se tarda en desplegar aproximadamente 10 horas. Cada shelter se ubica en 4 horas. Poner todas las fijaciones se tarda 15 minutos.	Igual al base
6.1 Personal que instala de todos los productos en la tienda y los shelters.	Hemos contratado a 4 personas para poder fijar equipos más rápido.	Es necesario como mínimo 2 personas para tensar la fibra óptica, y 1 persona para fijar los equipos.	Igual al base
6.2 Personal que gestiona y coordina la labor de instalación.	Igual al base	Es necesario que como mínimo exista una persona que coordine las actividades de su grupo.	Igual al base
6.3 Tiempo empleado para instalar y simultáneamente gestionar dichas actividades	Igual al base	Para instalar cada equipo se necesita un tiempo elevado para asegurar el correcto funcionamiento, aproximadamente media hora por categoría de equipo.	Igual al base
7.1 Personas que realizan las pruebas.	Igual al base	Es necesario como mínimo dos personas para realizar las pruebas, una que compruebe el conexionado y otro para el equipo.	Se pueden contratar a más persona con el objetivo de reducir los tiempos de trabajo.
7.2 Tiempo empleado para la realización	Igual al base	Para comprobar cada equipo el tiempo va a variar	Igual al base

de pruebas.		en función de los problemas que pudieran surgir o el tiempo de equipo a probar, por lo que se supone que para cada jerarquía de equipos se emplea 1 hora y media aproximadamente	
8.1 Personal médico necesario en el CAMM.	Igual al base	3 médicos (1 medico en cada turno de 8 horas)	6 médicos (2 médicos en cada turno de 8 horas)
		3 enfermeras (1 enfermera en cada turno de 8 horas)	6 enfermeras (2 enfermeras en cada turno de 8 horas)
8.2 Tiempo de trabajo necesario al día.	Igual al base	Son 8 horas de trabajo.	Igual al base
8.3 Costes de abastecimiento de energía (iluminación, climatización y alimentación de equipos)	Igual al base	Para cada uno de los equipos su gasto está estipulado según su potencia.	Igual al base
9.1 Contrato empresa que realiza el mantenimiento .	Igual al base	En contrato está fijado	Igual al base
10.1 Personal que se encarga de desinstalar los equipos y embalarlos. 10.2 Persona que coordina esta actividad. 10.3 Tiempo empleado.	Es necesario como mínimo contratar a dos personas para desinstalar la fibra y embalarla adecuadamente (tensarla) óptica, además de la persona que les gestiona.	Se ha contratado a cuatro personas que efectuarán trabajos en paralelo, además de contratar a una persona que les gestiona.	Contratar a 6 personas. Para desinstalar la fibra óptica y para embalar los equipos conjuntamente.
11.1 Personal que se encarga de desinstalar los	Igual al base	Son necesarias 2 personas por desmontaje de tienda o shelter.	Para hacerlo más efectivo se contratan a 4 personas.

PFC – María de Lozoya

shelters y la tienda.			
11.2 Persona que coordina el desmantelamiento.	Igual al base	Es necesario que como mínimo exista una persona que coordine las actividades de su grupo.	Igual al base
11.3 Tiempo empleado.	Al contratar a varias personas se ha reducido el tiempo a 8 horas.	La tienda se tarda en desplegar aproximadamente 10 horas. Cada shelter se ubica en 4 horas. Poner todas las fijaciones se tarda 15 minutos.	Igual al base
12.1 Personal que se encarga del almacenamiento.	Contratar a dos personas para embalar y cargar, además de la persona que les gestiona, ya que para cargar un shelter se necesitan 2 personas como mínimo.	Se ha contratado a cuatro personas que efectuarán trabajos en paralelo, además de contratar a una persona que les gestiona.	Contratar a 6 personas. Para cargar un shelter se necesitan 2 personas como mínimo, por lo tanto al tener dos shelters y un contenedor, podemos contratar a 6 personas.
12.2 Tiempo empleado.	Para cargar un shelter en el medio de transporte elegido se emplea como mínimo 1 hora. Al tener tres elementos en el CAMM una persona lo efectuará en 3 horas.	Se contrata a varias personas para realizar el trabajo en paralelo, por lo que el tiempo se reduce a 6 horas. 4 personas realizan la carga, por lo que tardarán aproximadamente 2 horas, realizándolo en paralelo.	El embalaje de todos los productos de una categoría lleva aproximadamente 30 minutos por persona. Por lo tanto, al haber 12 categorías de productos, será necesario aplicar 360 minutos (12 horas).
13.1 Cantidad de medios de	Igual al base	2 aviones	3 aviones: 1 avion para

PFC – María de Lozoya

transporte para la carga de todo el CAMM (Número de Aviones de carga).			transportar cada elemento del CAMM (2 shelters y 1 tienda)
13.2 Precio alquiler medio de transporte.	Igual al base	13,06€/km. Este es el precio acordado con una empresa de alquiler de aviones.	Igual al base
13.3 Distancia recorrida.	Igual al base	14000km	16000km: mayor recorrido debido al impedimento de paso por algunas zonas del recorrido del vuelo (fuerte viento, conflictos en la zona).
13.4 Cantidad de consumible gastado	Igual al base	10,88l/km	12l/km: Mayor gasto de combustible por factores meteorológicos adversos. (viento en contra)
13.5 Precio del consumible	Igual al base	1,20 €/l	1.50€/l: Aumento del precio del combustible debido al incremento del precio del petróleo
13.6 Personal que viajan en avión de carga.	Igual al base	4 personas (piloto, copiloto, navegador e ingeniero de vuelo) según las especificaciones del avión.	Igual al base
13.7 Horas de viaje.	Igual al base	12 horas	14horas: Retrasos en el vuelo por problemas mecánicos o condiciones meteorológicas

			adversas.
13.8 Cantidad de personas para el mantenimiento (1 persona que gestiona + 4 personas que realizan el mantenimiento) que viajan en un vuelo regular.	Igual al base	4 personas son necesarias para efectuar todas las tareas oportunas para emplazar el CAMM, y una persona se va a encargar de gestiona las actividades que realizan los demás.	Igual al base
13.9 Horas de viaje.	Igual al base	12 horas	14 horas: Retrasos en el vuelo por problemas mecanicos o condiciones meteorológicas adversas.
13.10 Coste de un billete de avión para personal de mantenimiento .	950€: Menor precio del billete en horas no puntas.	1100€: Los billetes se han comprado en una línea aérea regular.	Igual al base
Tabla 24 Método PERT			

Actividad	Descripcion	num opt	num base	num pes	unidad	Dias	Depen dencia	Opt.	Base	Pes.	COSTE- PERT		Naturaleza		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M 13	M15
1. ENTREGA PRODUCTO	Compra de todos los productos necesarios para el implementar el sistema del CAMM en emplazamiento.					45	n/a				845.413,87 €				462.064,98 €	383.348,89 €														
Compra equipos médicos	médicos	1	1	1,05 (5%)	número equipos	10	en paralelo	74.100 €	74.100 €	77.805 €	74.717,50 €		Equipos de Telemedicin a		74.717,50 €															
Compra equipos informáticos	informáticos	1	1	1,05 (5%)	número equipos	10	en paralelo	714 €	714 €	750 €	720,33 €		Equipos de Telemedicin a		720,33 €															
Compra servidores informáticos	servidor informático	1	1	1,05 (5%)	número equipos	5	en paralelo	5.306 €	5.306 €	5.571 €	5.349,84 €		Equipos de Telemedicin a		5.349,84 €															
Compra estación de videoconferencia	estación videoconferencia	1	1	1,05 (5%)	número equipos	5	en paralelo	62.527 €	62.527 €	65.653 €	63.048,06 €		Equipos de Telemedicin a		63.048,06 €															
Compra elementos CAMM	shelters, tienda, contenedor	1	1	1,05 (5%)	número equipos	40	en paralelo	380.181 €	380.181 €	399.190 €	383.348,89 €		Piezas del CAMM			383.348,89 €														
Compra sistemas de carga	sistemas carga	1	1	1,05 (5%)	número equipos	5	en paralelo	49.602 €	49.602 €	52.082 €	50.015,11 €		Piezas del CAMM		50.015,11 €															
Compra equipamiento LAN	equipos LAN	1	1	1,05 (5%)	número equipos	10	en paralelo	45.913 €	45.913 €	48.208 €	46.295,21 €		Equipos de comunicaciones		46.295,21 €															
Compra equipamiento VOIP	equipos VOIP	1	1	1,05 (5%)	número equipos	10	en paralelo	24.992 €	24.992 €	26.241 €	25.199,77 €		Equipos de comunicaciones		25.199,77 €															

PFC – María de Lozoya

[illegible]

PFC – María de Lozoya

[illegible]

[illegible]

PFC – María de Lozoya

[illegible]

PFC – María de Lozoya

Transporte personal mantenimiento	persona gestión	12	12	14	horas vuelo	1	Vuelo regular	85,23 €	85,23 €	99,43 €	88 €		Sueldos y salarios																		88 €
	personal mantenimiento	12	12	14	horas vuelo			259,09 €	259,09 €	302,27 €	266 €		Sueldos y salarios																		266 €
Vuelo regular	billete avion	5	5	5	num billetes	0,5		4750	5.500 €	5.500 €	5.375 €		Transporte del CAMM																		5.375 €
														462.065 €	1.248.069 €	154.824 €	43.906 €	43.906 €	43.906 €	43.906 €	43.906 €	43.906 €	43.906 €	43.906 €	43.906 €	43.906 €	43.906 €	43.906 €	864.890 €		
TOTAL=3.212.815€																															

Tabla 25 Tabla de Costes Actividades del proyecto

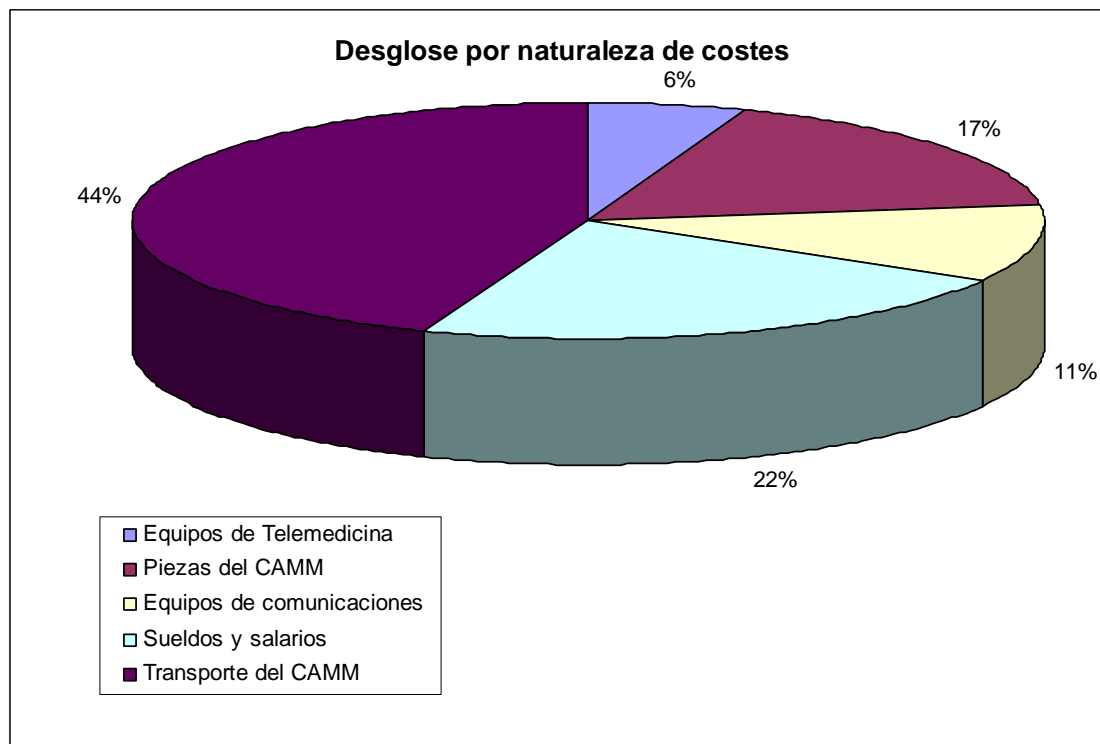
En la tabla anterior hemos calculado el coste total del proyecto. Vemos que el proyecto va a finalizar en 15 meses, pues en los dos primeros meses se realiza la compra de los productos y algunas actividades para su despliegue, y es en el mes tercero cuando empieza el funcionamiento y el mantenimiento durante un año (12 meses). En el quinceavo mes se produce el desmantelamiento del proyecto y su traslado a otro emplazamiento. A continuación se expone la planificación de esta fase del proyecto.

PFC – María de Lozoya

Plan de trabajo de 2010						2011												2012												
Id	Nombre de tarea	Anter	Días	Comienzo	Fin	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb
1	1. ENTREGA PRODUCTO		40 días	lun 01/03/10	vie 23/04/10																									
2	Compra equipos medicos		10 días	lun 01/03/10	vie 12/03/10																									
3	Compra equipos informáticos		10 días	lun 01/03/10	vie 12/03/10																									
4	Compra servidores informáticos		5 días	lun 01/03/10	vie 05/03/10																									
5	Compra estación de videoconferencia		5 días	lun 01/03/10	vie 05/03/10																									
6	Compra elementos CAMM		40 días	lun 01/03/10	vie 23/04/10																									
7	Compra sistemas de carga		5 días	lun 01/03/10	vie 05/03/10																									
8	Compra equipamiento LAN		10 días	lun 01/03/10	vie 12/03/10																									
9	Compra equipamiento VOIP		10 días	lun 01/03/10	vie 12/03/10																									
10	Compra sistema de megafonía		5 días	lun 01/03/10	vie 05/03/10																									
11	Compra elementos de conectividad		5 días	lun 01/03/10	vie 05/03/10																									
12	Compra cableado		5 días	lun 01/03/10	vie 05/03/10																									
13	Compra varios		5 días	lun 01/03/10	vie 05/03/10																									
14	Gestión de compras		3 días	lun 01/03/10	mié 03/03/10																									
15	2. EMBALAR Y CARGAR	1	1 día	lun 26/04/10	lun 26/04/10																									
16	Embalar		0,75 días	lun 26/04/10	lun 26/04/10																									
17	Cargar	16	0,25 días	lun 26/04/10	lun 26/04/10																									
18	3. TRANSPORTE DE IDA	15	1,5 días	mar 27/04/10	mié 28/04/10																									
19	Alquiler avion de carga		0,5 días	mar 27/04/10	mar 27/04/10																									
20	Consumible del avion	19	1 día	mar 27/04/10	mié 28/04/10																									
21	Transporte personal avión	19	1 día	mar 27/04/10	mié 28/04/10																									
22	Vuelo regular		0,5 días	mar 27/04/10	mar 27/04/10																									
23	Transporte personal mantenimiento	22	1 día	mar 27/04/10	mié 28/04/10																									
24	4. DESCARGA	18	0,63 días	mié 28/04/10	jue 29/04/10																									
25	Descargar		0,13 días	mié 28/04/10	mié 28/04/10																									
26	Desembalar	25	0,5 días	mié 28/04/10	jue 29/04/10																									
27	5. DESPLIEGUE	24	0,88 días	jue 29/04/10	vie 30/04/10																									
28	Desplegar		0,88 días	jue 29/04/10	vie 30/04/10																									
29	6 INSTALACIÓN	27	1,25 días	vie 30/04/10	lun 03/05/10																									
30	Instalación megafonia		0,75 días	vie 30/04/10	vie 30/04/10																									
31	Instalación comunicaciones		1,25 días	vie 30/04/10	lun 03/05/10																									
32	7. PRUEBAS	29	2 días	lun 03/05/10	mié 05/05/10																									
33	Primera puesta en marcha		2 días	lun 03/05/10	mié 05/05/10																									
34	8. FUNCIONAMIENTO	32	365 días	jue 06/05/10	jue 05/05/11																									
35	Trabajo médico		365 días	jue 06/05/10	jue 05/05/11																									
36	Suministro equipos		365 días	jue 06/05/10	jue 05/05/11																									
37	9. MANTENIMIENTO	34CC	365 días	jue 06/05/10	jue 05/05/11																									
38	Mantener equipos		365 días	jue 06/05/10	jue 05/05/11																									
39	10. DESINSTALACIÓN	34	1,75 días	vie 06/05/11	lun 09/05/11																									
40	Desinstalar		1 día	vie 06/05/11	vie 06/05/11																									
41	Embalar	40	0,75 días	lun 09/05/11	lun 09/05/11																									
42	11. REPLIEGUE		1 día	lun 09/05/11	mar 10/05/11																									
43	Replegar	39	1 día	lun 09/05/11	mar 10/05/11																									
44	12. ALMACENAMIENTO	42	0,25 días	mar 10/05/11	mar 10/05/11																									
45	Cargar		0,25 días	mar 10/05/11	mar 10/05/11																									
46	13. TRANSPORTE DE VUELTA	44	1,5 días	mié 11/05/11	jue 12/05/11																									
47	Alquiler avion de carga		0,5 días	mié 11/05/11	mié 11/05/11																									
48	Consumible del avion	47	1 día	mié 11/05/11	jue 12/05/11																									
49	Transporte personal avión	47	1 día	mié 11/05/11	jue 12/05/11																									
50	Vuelo regular		0,5 días	mié 11/05/11	mié 11/05/11																									
51	Transporte personal mantenimiento	50	1 día	mié 11/05/11	jue 12/05/11																									

Una vez obtenidos todos los costes, vemos su comportamiento:

En el siguiente gráfico observamos las distintas naturalezas de coste de nuestro proyecto, tras haber efectuado el análisis completo de los costes (Tabla 25).

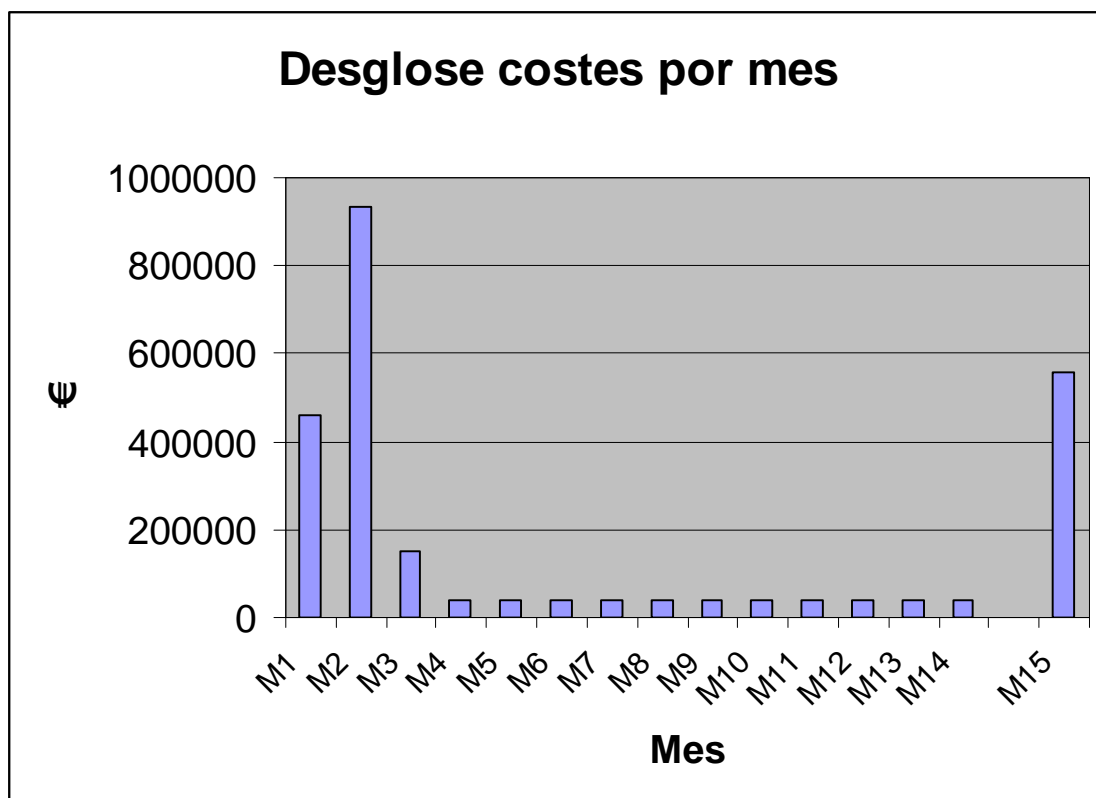


En este gráfico se puede visualizar cuales son los ámbitos del proyecto que generan mayor coste. El transporte del CAMM es la actividad que genera mayor coste, siendo casi mayoritaria sobre todas las demás. Sin embargo, tanto los equipos de comunicaciones como las piezas del CAMM no constituyen un elevado gasto en nuestro proyecto con respecto al transporte.

El elevado coste de transporte podría ser menos notable si existiesen un número mayor de equipos a transportar, aunque seguiría sobresaliendo sobre los demás al no ser que el emplazamiento donde desplegar el CAMM sea cercano.

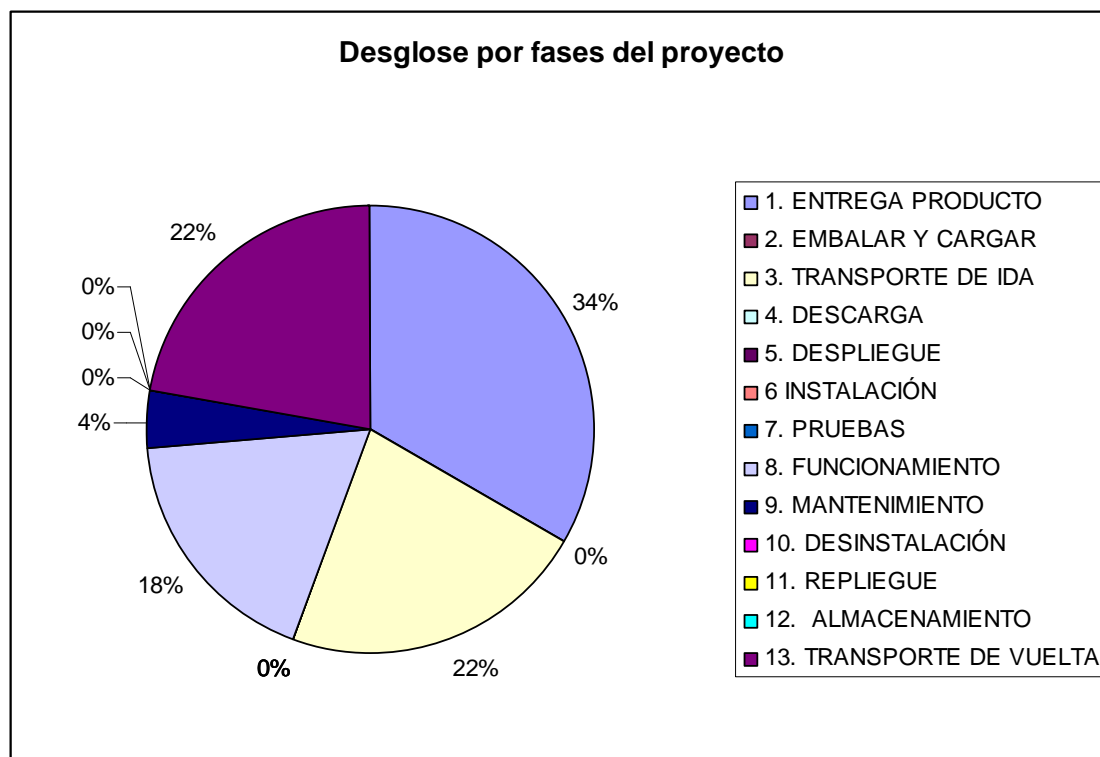
No solo vamos a analizar como se comporta cada naturaleza de costes, sino que también analizamos como se distribuyen los costes a lo largo del proyecto.

En la siguiente gráfica se representan los costes que se producen en cada mes del proyecto.



Vemos que existe una gran inversión al inicio del proyecto, durante el primer y segundo mes tras la compra de todos los equipos necesarios para instalar el sistema de Telemedicina del CAMM.

En el mes segundo se realiza tanto la compra de algunos productos como el transporte al emplazamiento. En el último mes del proyecto también existe un elevado coste debido al transporte. Por lo tanto, el transporte supone un coste muy elevado en el proyecto debido a la larga distancia donde se va a implementar el CAMM.



Existen algunas fases del proyecto cuyo coste es demasiado pequeño respecto a los costes de otras actividades del proyecto, que aparecen reflejadas en la gráfica al 0% de coste, lo cual no significa que el coste de la actividad sea nulo, sino que realmente es un valor muy residual y por eso aparece como 0. La actividad de transporte supone un alto coste, al igual que la entrega del producto donde se invierte mucho dinero en el instante al realizar la compra en único pago.

7 Conclusiones

7.1 Objetivo del capítulo

En este capítulo se exponen las conclusiones básicas obtenidas tras la realización del proyecto. Se exponen los beneficios que aporta el proyecto del CAMM, los beneficios que supone aplicar las telecomunicaciones a la Telemedicina, que productos de telecomunicaciones se pueden usar y como para lograr un sistema de Telemedicina, como se analiza el proyecto desde el punto de vista de ingeniería, y una serie de mejoras que se podrían tener en cuenta para un futuro proyecto.

7.2 Conclusiones finales

En el contexto de las telecomunicaciones, la implantación de la Telemedicina se revela como una de las aplicaciones de mejora más significativas en la gestión de una atención médica más efectiva.

El beneficio de aplicar las telecomunicaciones a la medicina es la rapidez en que se gestiona una información. Así, los médicos pueden acceder de manera rápida y eficiente a los datos de un paciente.

La atención médica es un asunto muy importante para los sistemas sanitarios en aquellos países, que no están preparados para hacer frente a la gran demanda de enfermos a causa de guerras o catástrofes naturales, que no disponen de una red adecuada de comunicación, o la existencia de poblaciones ubicadas en lugares remotos con vías de comunicación de difícil acceso. Esto ha sido lo que ha impulsado a mejorar los servicios de asistencia médica haciendo uso de nuevas tecnologías.

Uno de los principales productos que se ha utilizado para prestar el servicio de telemedicina ha sido el sistema de videoconferencia. Gracias a él se puede llevar a cabo un diagnóstico en tiempo real. Hoy en día, ésta es la técnica más utilizada en telemedicina.

Hemos analizado el proyecto siguiendo las fases típicas del ciclo de vida de un proyecto.

El proyecto del CAMM esta dividido en dos fases:

- una piloto en la que se crea un prototipo del CAMM
- otra de despliegue en el cual se emplaza el CAMM en el lugar de destino.

El foco de análisis del proyecto del CAMM analizado en el presente documento es la fase de emplazamiento.

La elaboración del sistema del CAMM ha supuesto un coste apreciable que se ve reflejado en el análisis del ciclo de vida. Con él hemos estudiado todos los costes de los productos y de las actividades realizadas para llevar a cabo su implementación en el emplazamiento, el momento en que se producen las mayores inversiones y la naturaleza de todos los costes asociados.

Las mayores inversiones se han efectuado al comienzo del proyecto, y que la naturaleza del coste que ha supuesto mayor gasto en el proyecto, ha sido los sueldos y salarios del personal implicado en el proyecto.

Los costes mostrados en este proyecto están basados en la información de presupuestos de proveedores que ha sido proporcionado por la empresa de Ingeniería. De cara al futuros pasos seria interesante contrastar estos datos contactando con otros proveedores para analizar si los costes obtenidos son los más reducidos.

La compra de todos los productos se ha efectuado en un único pago tras recibirlo. Sería oportuno analizar el coste de nuestro proyecto efectuándose la compra de los productos en pago fraccionado. De este modo, conoceríamos las diferencias que supone realizar un modo de pago u otro, para así comprobar cual acarrea una disminución del coste del ciclo de vida del sistema del CAMM.

En este proyecto al efectuarse un único pago se ha gozado de una rebaja del 5% en los productos comprados, pero esto ha acarreado una fuerte inversión de dinero al comienzo del proyecto. Con pago fraccionado la inversión al inicio del proyecto no sería tan elevada, pues se realizaría secuencialmente, pero supondría tener que abonar unos intereses. Podemos declarar que existe un compromiso entre ambas modalidades de pago, que se deberán analizar en el desarrollo de cualquier proyecto.

Al realizar el cálculo de los costes del proyecto aparecen muchos costes indirectos que no son contemplados, como por ejemplo el coste que implica estar ocupando un lugar de trabajo en la empresa o los gastos son el teléfono o el ordenador que se le proporciona a cada integrante del proyecto.

Para poder montar un sistema de Telemedicina no solo basta en pensar en lo que nos cuesta comprar los productos necesarios, pues por detrás, existe una metodología que debe seguir todo proyecto.

El coste del proyecto no solo se centra en el gasto en la compra de los productos y su instalación, sino que también existe un elevado gasto en el mantenimiento durante todos los años que se mantenga operativo el CAMM.

Antes de analizar el coste del proyecto hemos tenido que demostrar su viabilidad para poder proseguir el análisis.

La gestión del proyecto es complicada por su gran envergadura y situarse el CAMM en países extranjeros con dificultades políticas, económicas y culturales. Todas estas dificultades hacen que el lugar donde se emplaza sea muy inestable.

Una buena gestión en la compra de los productos es una mejora que hay que tener en cuenta. La garantía de todos los productos entra en vigor desde el momento en que el Cliente recibe el producto comprado. Sin embargo, existe un periodo de tiempo hasta que el producto se instala en el emplazamiento. En esta franja de tiempo, la garantía se está aplicando y sería recomendable que la garantía comenzara a efectuarse al inicio de la instalación de los productos. Por este motivo, se debería llegar a un trato con los proveedores para que la garantía cubra desde el momento en que se ponen en marcha los equipos.

Habría que revisar todo el diseño de telecomunicaciones realizado para comprobar si se puede mejorar o se pueden añadir nuevas funcionalidades.

Otro factor que podríamos tener en cuenta como posible mejora en el proyecto, es el material del que está construido un shelter. Los shelters comprados para este proyecto son de acero, si fuesen de aluminio, su peso sería menor lo que implicaría que el gasto del combustible del avión se redujese. Sin embargo, el coste de compra de los shelters de aluminio es mayor. Por consiguiente, habrá que estudiar ambos factores para ver como se comportaría el coste del ciclo de vida en este proyecto.

Además, una buena gestión de la calidad es un factor clave para conseguir el éxito en el desarrollo del proyecto, pues es fundamental para no haber rechazos en el proyecto ya que implicaría un aumento del tiempo y por lo tanto del coste de todo el proyecto.

En definitiva, podemos afirmar que el proyecto se ha desarrollado satisfactoriamente alcanzando los objetivos marcados en su inicio. A lo largo de este proyecto hemos podido comprobar unos elevados niveles de eficiencia en términos de organización, planificación y ejecución.

No hay que poner en duda lo imprescindible que son las nuevas tecnologías en torno a la telemedicina, pero también es importante la organización en los procesos de trabajo y la aceptación del sistema por parte del usuario.

8 Historia del Proyecto

La fase inicial de este proyecto ha sido el acopio y el estudio de la información relativa del proyecto que la empresa de Ingeniería está realizando.

En la fase de análisis, se ha dedicado bastante tiempo en la comprensión de este proyecto, para posteriormente empezar a trabajar en él.

Una vez analizado el proyecto realizado en la empresa, pensamos que Clientes podrían solicitar el mismo servicio que presta este proyecto, debido a la confidencialidad de este. Por este motivo, toda la información que he utilizado en la realización del proyecto del CAMM, ha sido modificada en cierta medida con respecto al proyecto real.

La labor que me ha encomendado la empresa donde estoy trabajando es realizar el análisis del coste del ciclo de vida del proyecto. Para tener que analizar esto, primeramente tenemos que mostrar al lector una descripción de qué es el CAMM, los elementos que lo componen y cual va a ser el foco de análisis.

Parte del tiempo que se ha invertido durante la fase de desarrollo del proyecto se puede achacar al requerimiento de hacer un análisis que facilite el entendimiento de este proyecto al lector. Al ser un proyecto de grandes magnitudes lo hemos desglosado para centrarnos en el estudio de la parte específica de los productos tecnológicos y las instalaciones de telecomunicaciones, con la prestación del servicio de Telemedicina.

Durante la ejecución de este proyecto, he aprendido a utilizar la herramienta Autocad, la cual me ha permitido realizar los planos que reflejan el conexionado de todos los equipos, y los diagramas de bloques para que el lector entienda el funcionamiento de la red de Telemedicina de modo claro y sencillo.

A la hora de implementar la red de Telemedicina he seguido los requisitos fijados en el pliego de prescripciones técnicas (PPT) que ha suministrado el Cliente. Además en todo momento, he estado apoyada por los ingenieros de la empresa de Ingeniería, que me han aprobado el diseño.

A medida que avanzaba este proyecto, han surgido nuevas necesidades de mejoras para crear la red de Telemedicina.

En cuanto al análisis de las fases de este proyecto para finalmente calcular su coste, la empresa de Ingeniería me ha facilitado los precios de compra de algunos de los equipos, los cuales han sido modificados en la medida de lo posible debido a su confidencialidad.

Además durante el transcurso del proyecto, han ido apareciendo diferentes conceptos referidos al modo de analizar cualquier proyecto, la organización, los riesgos, los tipos de coste, etc. Estos conceptos han sido explicados en el capítulo 4 de este documento.

En este momento, la empresa de Ingeniería continúa diseñando algunos módulos de especialidad médica necesarios para la implementación final del CAMM.

8.1 Tareas y tiempos dedicados

En este apartado se muestran las principales tareas que se han realizado en el proyecto y los tiempos que ha llevado desarrollarlas.

Los tiempos están expresados en jornadas de trabajo. Cada jornada de trabajo se compone de 8 horas.

- ❖ **Análisis del proyecto ->10 días**
 - Búsqueda de Bibliografía
 - Análisis de los documentos facilitados por la empresa de ingeniería (PPT, Manuales, Oferta, etc.)
- ❖ **Diseño del proyecto ->25 días**
 - Descripción del CAMM
 - Análisis de las telecomunicaciones
- ❖ **Telemedicina ->16 días**
 - Estudio de la Telemedicina
- ❖ **Diseño de la red de Telemedicina ->20 días**
 - Análisis de los requisitos del PPT
 - Planos
 - Descripción funcionamiento
- ❖ **Análisis del proyecto ->9 días**
 - Conceptos previos
 - Fases del proyecto
 - Estructura organizativa, riesgos.
- ❖ **Metodología ->8 días**
 - Como analizar el proyecto
 - Como analizar un producto
 - Como analizar los costes
- ❖ **Aplicación de la metodología ->12 días**
 - Análisis del proyecto
 - Análisis de los productos
 - Análisis de los costes
- ❖ **Extracción de conclusiones ->3 días**

TOTAL: 103 días

9 Bibliografía

- [1] 28/12/2009: <http://es.wikipedia.org/wiki/Telemedicina>: Artículo de Telemedicina en Wikipedia
- [2] 30/12/2009: <http://gitem.udistrital.edu.co/telemedicina.php>: GITEM. Grupo de Investigación en Telemedicina.
- [3] 28/12/2009: <http://www.itelemedicina.com/index.asp?p=intro/intro.asp>: itelemedicina.com. Introducción a la telemedicina.
- [4] 03/01/2010: <http://www.itelemedicina.com/index.asp?p=espania/d.asp>: itelemedicina.com. Telemedicina en España.
- [5] 07/01/2010
<http://www.jcyl.es/scsiau/Satellite/pr/es/Cibercentros/Page/PlantillaDetalleContenido/1140103268858/Comunicacion/1232943436334/Noticia?asm=jcyl>: Junta de Castilla y León. Entra en funcionamiento un sistema de telemedicina para el tratamiento del ictus.
- [6] 07/01/2010:
http://www.diarioinformacion.com/secciones/noticia.jsp?pRef=2009061500_31_898346_Tecnologia-telecirugia-llega: información.es. La telecirugía llega a España.
- [7] 03/01/2010: <http://www.monografias.com/trabajos15/tecno-medicina/tecno-medicina.shtml#APLICAC>: monografias.com. Importancia de la Tecnología de la Información en el área de Medicina.
- [8] Mario Pascual Carrasco. “Aportaciones a un modelo de inserción de servicios asistenciales basados en telemedicina para su uso y validación en el seguimiento de pacientes crónicos” Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 2008.
- [9] Paula de Toledo Heras. “Aportaciones a un modelo de inserción de servicios asistenciales basados en telemedicina para su uso y validación en el seguimiento de pacientes crónicos” Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 2003.
- [10] Ignacio Herrero Jiménez “Análisis, diseño e implementación de una aplicación web para la gestión integral de un gabinete de fisioterapia” Proyecto Fin de Carrera. Universidad Carlos III de Madrid. Mayo 2008.
- [11] Jorge Muñoz Marí “Arquitectura abierta escalable para monitorización domiciliaria: aplicación a pacientes con patologías cardíacas”. Universitat de València. Servei de Publicacions 2003.
- [12] 08/01/2010: <http://www.hospitaldigital.com/2009/12/22/e-diagnostic-nuevo-concepto-de-telemedicina/>: e-Diagnostic: nuevo concepto de Telemedicina.
- [13] 07/01/2010:
http://www.elpais.com/articulo/sociedad/Telemedicina/listas/espera/elpepisoc/20091019/elpepisoc_1/Tes: El País. Telemedicina contra las listas de espera.

- [14] 07/01/2010
http://www.polycom.es/solutions/industry_solutions/oil_gas/telemedicine_to_oil_rigs.html
Polycom. Soluciones para el sector del petróleo y gas/energía para la telemedicina para la exploración de petróleo remota
- [15] INSALUD “Plan de telemedicina del Insalud”. 2000
- [16] <http://es.wikipedia.org/wiki/Telecomunicaci%C3%B3n>
- [17] Joaquín García Guajardo. “Curso sobre Telemedicina”. Logroño 17 y 18 de Marzo 2004.
- [18] Dr.Carlos G. Iglesias. “Telemedicina”. Facultad de Medicina, UNAM. Junio 1999.
- [19] 08/01/2010: http://gitem.udistrital.edu.co/PDF_gitem/Telemedicina.pdf:
Telemedicina. Manual de estándares de las condiciones tecnológicas mínimas para la prestación de servicios de salud por telemedicina.
- [20] 08/01/2010: <http://telemedicinasiglo21.blogspot.com/>: Telemedicina. Blog de la sociedad dominicana de informática médica y telemedicina
- [21] Carlos Martínez-Ramos “Telemedicina en España. II. Comunidades Autónomas. Sanidad Militar, Marítima y Penitenciaria. Proyectos Humanitarios”. Departamento de Cirugía. Facultad de Medicina. Universidad Complutense. Hospital Clínico San Carlos. Reduca 2009.
- [22] 07/10/2010. <http://yessicatoloza.blogspot.com/2009/04/funcionamiento-de-la-telemedicina.html>: Funcionamiento de la Telemedicina.
- [23] 09/10/ 2010. http://gmein.uib.es/HEALTHNET/cap4/index4_2.htm: HealthNet. Red para la formación en Telemática de la Salud
- [24] José María Vergeles-Blanca. “La telemedicina. Desarrollo, ventajas y dudas”. Médico de Familia. Centro de Salud San Fernando. Unidad Docente de Medicina de Familia y Comunitaria. Badajoz.
- [25] Dr. Roberto Lombardo. “Introducción a la Telemedicina”. CETIFAC. Centro de Teleinformática de FAC. 2006.
- [26] “TM-64. Sistema de telemedicina. Para la Práctica Médica a Distancia” Marzo 2004.
- [27] 22/01/2010. http://www.belt.es/expertos/HOME2_experto.asp?id=2755: Detección de incendios (I): centralización.
- [28] 22/01/2010.
http://www.eci.siemens.com/marketplaces/servlet/CoeSiemensCategoryDisplay?sdc_p=c169f64i743l3m34o1000000000003psuz1&sdc_sid=26238482084&sdc_rh=&categoryList=332163%2C557873%2C557895%2C558045%2C558059%2C558060&categoryId=558097&sdc_m4r: FC2020 - Central de detección de incendios (2-lazos).

- [29] 23/01/2010. http://www.fsjd.org/cas/ic2_noticies.php?art_id=139&idioma=2: Fundació Sant Joa de Déu.
- [30] 21/01/2010.
<http://investor.thrane.com/Press/Press%20releases/Press%20Releases/2003-2004/Thrane%20Thrane%20to%20introduce%20new%20data%20terminal.aspx?lg=global%20news>: Thrane&Thrane. "TT-3080M Capsat® Data Terminal".
- [31] 27/01/2010.
<http://www.catalunyapress.es/noticia.php?pIdNoticia=20741&pIdioma=es&pSeccion=2>: El futuro es la Telemedicina, la sanidad a distancia.
- [32] 27/01/2010. http://pulsopaloo.artmedialabs.com/articulo.php?id=27&id_submenu=5: La sanidad del futuro pasa por la tecnología
- [33] 28/01/2010: http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_de_vida_del_producto: Ciclo de vida del producto.
- [34] José Antonio Espí y Eduardo Seijas. "El análisis del ciclo de vida aplicado a los materiales de construcción: El granito de la Comunidad de Madrid". 2001-2010. Universidad de La Rioja.
- [35] Documento Dirección Comercial II- Prs. Cruz Roche y Martínez Castro. Tema 5: Estrategias Competitivas Dinámicas. Universidad Carlos III de Madrid.
- [36] Wolter J. Fabrycky. "Análisis del coste del ciclo de vida de los sistemas". Isdefe. Publicaciones de Ingeniería de Sistemas. 1997.
- [37] 29/01/2010: <http://www.elprisma.com/apuntes/economia/tiposdecostos/>: Tipos de Costos.
- [38] 29/01/2010: <http://www.promonegocios.net/costos/tipos-costos.html>: Tipos de Costos.
- [39] Ricardo Llamasa-Villalba. "¿Qué es un proceso?. Boletín de la [SPIN/RMPS] Colombia". Julio 2007.
- [40] Luis Arturo Avilés Pavón, Maricela Castillo Leal, Armando Heredia González. "La Gestión de la Innovación del sector industrial en las PYMES del papel, plásticos, bebidas y venta de repuestos en los municipios de Santa Lucía del Camino, Santa Cruz Xoxocotlán, Santa María Atzompa y Oaxaca de Juárez.". 2008.
- [41] 03/01/2010: <http://yenifercarmona.blogspot.es/1209483360/>: Contenido Programático de Gestión Tecnológica. Innovación y Tecnología 4ta.Exposición.
- [42] 07/01/2010: <http://www.ibermatica.com/ibermatica/eventos/2006/mtevolucionticsoportunidadesamenazas> Evolución de las TIC: Oportunidades y amenazas sociales.
- [43] 07/01/2010: <http://www.scribd.com/doc/21617897/Las-TIC-y-la-Competitividad-Telefonica> : Telefónica: El impacto de las TIC en la sociedad catalana.

- [44] 09/01/2010: <http://www.canalvisualbasic.net/manual/analisis-bbdd/>: Manuales: Análisis.
- [45] 11/01/2010: <http://www.iaapglobal.com/faq.asp>: FAQ PMI.
- [46] 11/01/2010: http://es.wikipedia.org/wiki/Gesti%C3%B3n_de_proyectos: Gestión de proyectos.
- [47] 13/01/2010: <http://www.monografias.com/trabajos11/teosis/teosis.shtml>: Teoría de sistemas.
- [48] 15/01/2010: <http://www.monografias.com/trabajos62/organizacion-funcional/organizacion-funcional2.shtml>: Organización funcional.
- [49] 15/01/2010: Apuntes de clase Proyectos (Ingeniería de Telecomunicación). Universidad Carlos III de Madrid. 2007.
- [50] 16/01/2010: <http://es.wikipedia.org/wiki/Metodolog%C3%ADa>: Metodología.
- [51] 16/01/2010: <http://www.monografias.com/trabajos4/cicdevida/cicdevida.shtml>: Ciclo de vida de un proyecto.
- [52] 20/01/2010: http://es.wikipedia.org/wiki/Oficina_de_gesti%C3%B3n_de_proyectos: Oficina de gestión de proyectos.

10 Glosario

- ❖ Tienda: Tienda de campaña o carpa. Es una pequeña casa portátil que está destinada a ser colocada en el campo para albergar personas y para la ejecución de actividades propias del centro médico.
- ❖ Contenedor de carga: Recipiente de grandes dimensiones normalizadas utilizado para transportar objetos voluminosos o pesados, motores, maquinaria, pequeños vehículos (tiendas de campaña, material médico y mobiliario)
- ❖ Shelter: Celda o contenedor para la integración de equipamiento de alto valor.
- ❖ Coste del ciclo de vida (LCC): Se refiere a todos los costes asociados con el producto o sistema como está anticipado durante el ciclo de vida definido.
- ❖ Análisis del coste del ciclo de vida (LCCA): Es un proceso analítico sistemático para evaluar las líneas de acción de varias alternativas con el objetivo de elegir la vía menos costosa para alcanzar un objetivo.
- ❖ Rack: Bastidor destinado a alojar equipamiento electrónico, informático y de comunicaciones. Sus medidas están normalizadas (ancho normalizado de 19 pulgadas) para que sea compatible con equipamiento de cualquier fabricante. También son llamados bastidores, cabinets o armarios.
- ❖ Repartidor: Bastidor tipo rack de 19 pulgadas, el cual contiene varios equipos.

11 Relación de Acrónimos

- **CAMM** Centro de atención médico móvil
- **RS** Repartidor Secundario
- **RP** Repartidor Primario
- **F.O** Fibra óptica
- **TIC** Tecnologías de la información y las comunicaciones
- **ISO** International Organization for Standardization

12 Índice de Figuras

Figura 1	Vista de CAMM constituido por shelters y tiendas.....	15
Figura 2	Diseño conceptual del CAMM	17
Figura 3	Contenedor de carga ISO 668 1C.....	18
Figura 4	Tienda con capacidad de extensión	19
Figura 5	Vista pared trasera de shelter expandible.....	21
Figura 6	Vista representativa del CAMM	22
Figura 7	Zona de trabajo y zona técnica de un shelter	24
Figura 8	Vista interior de zona de trabajo de shelter expandible, totalmente equipado como sala de operaciones.	25
Figura 9	Bloque de Radiología del CAMM	26
Figura 10	Productos de la zona de trabajo de un shelter	27
Figura 11	Diseño conceptual del CAMM	29
Figura 12	Ecógrafo portátil	30
Figura 13	Panel de Comunicaciones del shelter de Ecografía	33
Figura 14	Teléfono Cisco IP 7911G	34
Figura 15	Elementos que componen la instalación de megafonía.....	35
Figura 16	Conector RJ45 del shelter	36
Figura 17	Conexión de la red de datos	36
Figura 18	Esquema general conexión de detección de incendios.....	37
Figura 19	Rack de 19”	42
Figura 20	Medidas de Rack.....	42
Figura 21	Switch Catalyst 4507R	44
Figura 22	Vista Frontal Router Cisco 3825	45
Figura 23	Central de detección de Incendios FC2020.....	46
Figura 24	UP-246ETH	48
Figura 25	Alzado de Repartidor Primario.....	49
Figura 26	Servidor PY RX100S5a	50
Figura 27	Servidor PY RX300 S4	51
Figura 28	Alzado de Repartidor Secundario.....	51
Figura 29	Panel de comunicaciones para interconectar los Repartidores Secundarios.....	

Figura 30	Panel de comunicaciones para interconexión con el exterior.....	54
Figura 31	Modem TT-3080M.....	55
Figura 32	Esquema conexión RP-RS	56
Figura 33	Esquema de la distribución de Control de Incendios, Megafonía y comunicaciones del CAMM.	57
Figura 34	Vista frontal y trasera del Repartidor secundario.....	58
Figura 35	Switch Cisco Catalyst 3560	59
Figura 36	Diferencial, modelo 5SM3 312-0.....	61
Figura 37	Magnetotérmicos, modelo 5SY6 206-7	62
Figura 38	Conexionado de diferencial y magnetotérmicos.	63
Figura 39	La Telemedicina como confluencia de distintos aspectos	66
Figura 40	Criterios de inclusión de aplicaciones telemáticas	68
Figura 41	Etapas de la reingeniería de procesos.	69
Figura 42	Ratio incremental coste efectividad (RICE).....	69
Figura 43	e-Salud.....	70
Figura 44	Teleasistencia	71
Figura 45	Mapa de Tecnologías Biomédicas	75
Figura 46	Teléfono Graham Bell	76
Figura 47	Portada de la revista Radio News.	76
Figura 48	Teleradiología.....	77
Figura 49	Evolución de la Telemedicina	79
Figura 50	Cirugía asistida por robot.....	80
Figura 51	Evolución de las publicaciones de telemedicina en MedLine (Librería Nacional de Medicina).....	81
Figura 52	Videoteléfono y Audiográfico	83
Figura 53	Diagnóstico por imagen	84
Figura 54	Trabajando en red.....	90
Figura 55	Componentes de la plataforma genérica para el desarrollo de Sistemas de e-salud.	91
Figura 56	Elementos del sistema TM-64 en la Estación Periférica Asistencial	93
Figura 57	Elementos del sistema TM-64 en el Centro de Referencia. [26].....	93
Figura 58	Sistema Telemedicina en ambulancia	96
Figura 59	Pantalla de la unidad de teleconsulta en el hospital.	97
Figura 60	Gráfico del ciclo de vida de un producto.[33]	104

Figura 61	Categorías del LCC	105
Figura 62	Modelo de procesos	107
Figura 63	Fases genéricas del ciclo de vida de un proyecto.....	108
Figura 64	Gráfica de comportamiento de Costes Fijos.....	111
Figura 65	Gráfica de comportamiento de Costes Variables	112
Figura 66	Tipos de Innovación	113
Figura 67	Triángulo Inicial de la Gestión del Proyecto.	115
Figura 68	Triángulo Final de la Gestión del Proyecto.	116
Figura 69	Organización funcional	117
Figura 70	Organización divisional.....	118
Figura 71	Organización matricial.....	118
Figura 72	Organización horizontal	119
Figura 73	Fases del proyecto.....	122
Figura 74	Contratación de un proyecto.....	122
Figura 75	Organización del proyecto	128
Figura 76	Organigrama funcional del proyecto	130
Figura 77	Organigrama funcional ampliado del proyecto.....	134
Figura 78	Diagrama de bloques general de los elementos del CAMM.....	146
Figura 79	Diagrama general del sistema de telecomunicaciones del CAMM.....	147
Figura 80	Diagrama de bloques del proyecto	149
Figura 81	Diagrama de bloques del diseño del CAMM para Telemedicina...	151
Figura 82	Imagen explicativa del funcionamiento del CAMM.....	153
Figura 83	Tres dimensiones de la visión del análisis.	164
Figura 84	Diagrama de actividades del LCC.....	172

13 Índice de Tablas

Tabla 1	Composición mínima del Shelter de mando y control.	40
Tabla 2	Datos de dimensiones del Rack.....	42
Tabla 3	Datos Centralita Incendios	46
Tabla 4	Datos Switch	60
Tabla 5	Características del diferencial	61
Tabla 6	Características del magnetotérmico.....	62
Tabla 7	Equipos por Aplicaciones de telemedicina. [19]	86
Tabla 8	Aplicaciones de la telemedicina según su ámbito de utilización. [19]87	
Tabla 9	Personal de la empresa de Ingeniería.	133
Tabla 10	Matriz de impacto de Riesgos	135
Tabla 11	Listado de Riesgos	136
Tabla 12	Clasificación de los riesgos	138
Tabla 13	Análisis de los riesgos	144
Tabla 14	Planes de contingencia de riesgos.....	145
Tabla 15	Tipo de innovación que supone el proyecto.....	167
Tabla 16	Viabilidad del proyecto.....	167
Tabla 17	Matriz de costes del proyecto.	171
Tabla 18	Actividades que comprenden el flujo del LCC.....	175
Tabla 19	Agrupación de costes para análisis	176
Tabla 20	Tablas de Costes del Proyecto	182
Tabla 21	Análisis tipo de Innovación del proyecto	184
Tabla 22	Análisis viabilidad del proyecto.....	185
Tabla 23	Unidades de medida de costes	186
Tabla 24	Método PERT.....	194
Tabla 25	Tabla de Costes Actividades del proyecto.....	200

14 Índice de Planos

Plano 1	Diseño conceptual de las instalaciones del CAMM.....	39
Plano 2	Plano General del CAMM.....	154
Plano 3	Plano de diseño. Shelter Ecografía	157
Plano 4	Plano de diseño. Tienda	159
Plano 5	Plano de diseño. Shelter de mando y control	162